corso di RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 8 - 15 ottobre 1960 - un fascicolo lire 150 2° numero

corso di RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478

MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.

In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

E' vietata la riproduzione, anche parziale, in lingua italiana e straniera, del contenuto. Tutti i diritti riservati, illustrazioni comprese

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

NOZIONI FONDAMENTALI di ELETTRICITA'

Abbiamo sin qui esaminato, nella nostra parte teorica — se pur nelle linee generali, tuttavia in modo sufficiente per quanto era l'intento delle nostre premesse — il fenomeno delle oscillazioni sonore ed elettromagnetiche, nonchè l'applicazione pratica di queste ultime. E' noto che fu appunto tale applicazione o sfruttamento, a rendere possibili le telecomunicazioni, e cioè quelle comunicazioni a distanza che costituiscono lo scopo primo ed essenziale della radiotecnica.

Noto il fenomeno delle oscillazioni, è necessario volgersi ora all'altro elemento che sta alla base di tutta la materia che verremo studiando: **l'elettricità.**

E' invero assai difficile incontrare oggi qualcuno che non faccia uso dell'elettricità o non conosca apparecchi elettrici e apparecchiature elettroniche; molti di quegli apparecchi elettrici che solo pochi anni or sono erano ritenuti oggetti di lusso, sono ormai considerati indispensabili alla vita normale.

La luce elettrica, il telefono, la radio, la televisione, il frigorifero, la stufa elettrica e l'automobile sono cose oggi universalmente accettate come logiche e naturali, e tutti noi usiamo un interruttore della luce senza considerare minimamente la complessa e vastissima rete elettrica della quale esso fa parte, o ciò che succede quando — per un nostro così semplice intervento — si produce la luce stessa.

Analogamente, quando si accende un apparecchio radio, un televisore o altro, finchè l'apparecchio funziona correttamente, il risultato viene considerato cosa naturale, senza la minima preoccupazione nei confronti dei fenomeni complessi che si verificano.

Antecedentemente alla prima guerra mondiale, l'elettricità era ancora, si può dire, nella sua infanzia. In seguito, particolarmente per ciò che concerne il ramo che a noi più interessa — l'elettronica — si ebbe, in coincidenza della seconda guerra mondiale, uno sviluppo rapidissimo, evidente conseguenza delle esigenze belliche; tale sviluppo prosegue con immutato ritmo e oggi, con risultati sorprendenti, l'elettricità governa i missili e i satelliti, pilota le navi, controlla impianti industriali, esegue incredibili calcoli e penetra sempre più in tutte le manifestazioni della vita quotidiana.

Con così numerose innovazioni si è resa per tutti necessaria, oltre che una revisione delle nozioni tecniche e delle norme costruttive di più vecchia data, una divulgazione ed un aumento delle cognizioni utili per il mantenimento, il funzionamento e la riparazione degli apparecchi elettrici, nozioni che, ripetiamo, sono fondamentali per lo studio susseguente e completo della radiotecnica.

Lo scopo di questa lezione è pertanto quello di esporre una base aggiornata dei principi fondamentali relativi all'elettricità; consentire al lettore ancora privo di tali cognizioni, di acquisirle per comprendere poi i concetti basilari di funzionamento della radio e rendersi conto di ciò che accade nei circuiti elettrici che incontrerà nella pratica.

Indipendentemente dal fatto che il suo lavoro si debba poi svolgere nel campo della riparazione, in quello di progetto o in quello del controllo, il tecnico deve avere, è intuitivo, la massima familiarità con la teoria che sta all'origine di tutto il funzionamento.

ELETTRICITA'

La parola «elettricità» deriva dalla parola greca «ambra», e gli antichi Greci la usarono per indicare le strane forze di attrazione e di repulsione che si verificano attorno ad un pezzo di ambra che sia stato precedentemente strofinato con un panno. Essi ignoravano la causa di tali forze.

Nel 1733 il francese Du Fay osservò che, se un pezzo di vetro viene strofinato con una pelliccia di gatto, entrambi questi oggetti si «elettrizzano», ma che il vetro attrae, in tale stato, oggetti che invece sono repulsi dalla pelliccia di gatto e viceversa. Da tale osservazione Du Fay concluse giustamente che *vi sono due generi di elettricità esattamente opposti tra loro.*

Successivamente B. Franklin introdusse i termini **positivo** (+) e **negativo** (—) per distinguere i due differenti generi di elettricità. Egli definì elettrizzato *positivamente* un corpo che presenta lo stesso tipo di carica che possiede un pezzo di vetro dopo che è stato strofinato con un panno di seta, e *negativamente* quello che presenta lo stesso tipo di carica di una bacchetta di gomma dopo essere stata strofinata con una pelliccia di gatto. Franklin definì inoltre elettricamente *neutri* tutti i corpi che non presentano alcuna carica.

Ulteriori studi nel campo della materia portarono poi a definizioni di maggiore rigore scientifico che vedremo nel corso di questa lezione stessa.

La domanda «cos'è elettricità?» ha preoccupato per molti anni i più grandi scienziati del mondo e sebbene ancora oggi non sia stato possibile trovare una risposta del tutto esauriente, attraverso lo studio di ciò che essa provoca è stato però possibile evolvere teorie che si sono dimostrate logiche ed efficaci; oltre a ciò,

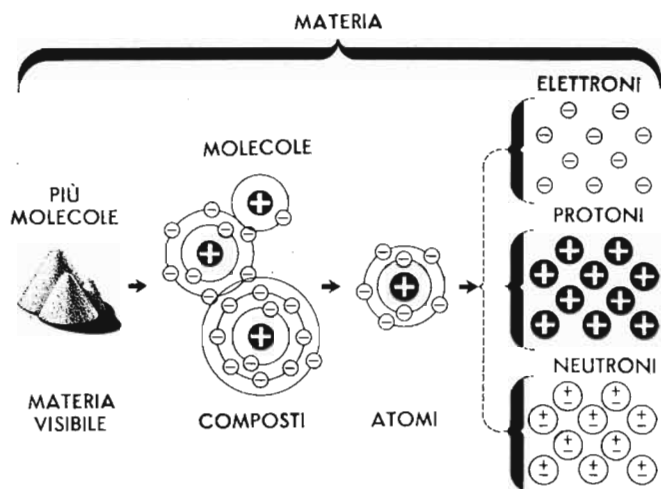



Fig. 1 - La « **materia** » **che ci circonda** è costituita da « molecole »; queste — a loro volta — possono essere scisse in « elementi » puri, formati da « atomi ». Nell'atomo vi è il « nucleo » che ha « protoni » e « neutroni » nonchè « **elettroni** »: questi ultimi ruotano attorno ad esso.

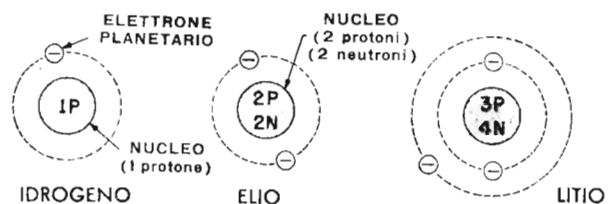



Fig. 2 — Il numero di protoni determina l'elemento. Struttura atomica degli elementi: idrogeno, elio, litio che hanno rispettivamente 1 protone, 2 protoni e 2 neutroni, 3 protoni e 4 neutroni.

le leggi secondo le quali essa agisce sono sviluppate, divulgate e comprese sempre più universalmente, tanto che al giorno d'oggi qualsiasi cosa può essere considerata e spiegata come prodotto diretto o indiretto di fenomeni elettrici.

LA MOLECOLA

Gli oggetti che formano il mondo che ci circonda sono costituiti dalla cosidetta **materia,** (vedi **figura 1**), la quale fisicamente è la comune sostanza di generale e quotidiana esperienza, ed il cui concetto può essere sintetizzato nel modo che ora esporremo.

La materia, nelle sue manifestazioni comuni, è formata in ultima analisi da *particelle.* Consideriamo, ad esempio, un cristallo del comune sale da tavola; se esso venisse diviso in parti molto piccole diverse volte, si otterrebbero in ultimo delle particelle talmente piccole che non potrebbero essere divise ulteriormente, pur rimanendo particelle di sale: tali unità prendono il nome di **molecole.**

Oggi si sa che il sale è composto di due tipi di materia e precisamente: cloro e sodio; la molecola del sale è quindi la quantità più piccola, in forma fisica, di un tale assieme (o combinazione chimica) formato dai due citati elementi costituenti. *La molecola è la particella che viene considerata alla base della maggior parte delle reazioni chimiche.*

La cottura del pane, l'esplosione della dinamite, le variazioni che costituiscono la conversione del cibo in un componente del sangue, non sono che alcuni dei fenomeni mediante i quali le molecole vengono create e distrutte.

L'ATOMO

Dallo studio della chimica appare evidente però che la molecola che ora abbiamo vista è ben lungi dall'essere l'ultima parte in cui la materia può essere scomposta. La molecola di sale citata, ad esempio, può essere scomposta nei due elementi radicalmente differenti già detti; il sodio ed il cloro; tali particelle che costituiscono le molecole possono essere isolate e studiate separatamente. Esse sono dette **atomi.**

L'atomo è la particella più piccola costituente quel tipo di materiale che vien detto **elemento.** Nel caso citato gli elementi sono appunto il sodio ed il cloro.

L'elemento mantiene le sue caratteristiche anche se diviso in atomi.

Fino ad oggi sono stati individuati più di cento elementi, i quali possono essere elencati in una tabella in ordine progressivo di peso, e raggruppati in famiglie aventi proprietà similari. Detta tabella viene chiamata « tavola periodica degli elementi ».

L'idea che tutta la materia sia composta di atomi risale ai Greci — oltre 2.000 anni fa — e molti secoli passarono prima che lo studio della materia provasse che l'idea basilare della struttura atomica era esatta.

I fisici esplorarono infine anche la costituzione dell'atomo e scoprirono diverse ulteriori suddivisioni dello stesso.

L'anima dell'atomo si chiama **nucleo,** nel quale è concentrata la maggior parte della massa dell'atomo stesso (massa atomica); il nucleo può essere paragonato al sole del sistema planetario, intorno al quale ruotano i pianeti.

Esso contiene **protoni** (particelle con cariche elettriche positive), e **neutroni**, elettricamente neutri.

La maggior parte del peso di un atomo è nei protoni e nei neutroni che costituiscono il nucleo; intorno ad esso ruotano una o più particelle più piccole, con cariche elettriche negative dette **elettroni.**

Normalmente, in ogni atomo vi è un protone per ogni elettrone, di modo che la carica positiva totale del nucleo è bilanciata, ossia neutralizzata, dalla carica totale negativa degli elettroni che lo circondano, per cui **l'atomo è elettricamente neutro.**

Gli elettroni non cadono e non penetrano nel nucleo sebbene ne siano fortemente attratti. Il loro stesso movimento rotatorio evita la caduta — a causa della loro forza centrifuga — così come accade per i pianeti nei confronti del sole.

Il numero di protoni, che generalmente corrisponde al numero degli elettroni, determina il genere dell'elemento, come si vede dalla **figura 2** che mostra, in un semplice disegno, diversi atomi di elementi diversi, basandosi sul fatto che gli elettroni descrivono delle orbite intorno al nucleo, come i pianeti.

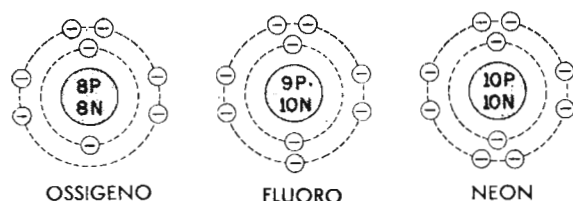
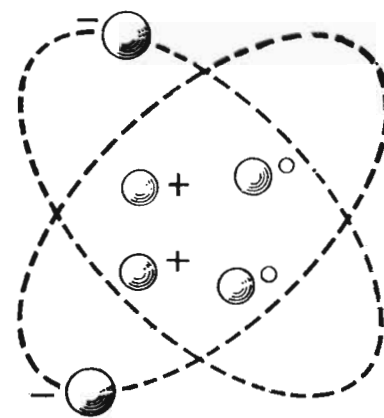
Ad esempio, l'Idrogeno ha un nucleo consistente in un protone, intorno al quale ruota un solo elettrone; l'atomo di Elio ha un nucleo contenente due protoni e due neutroni, e due elettroni che ruotano intorno al nucleo. (**figura 3**).

L'atomo degli elementi ossigeno, fluoro e neon presenta rispettivamente 8 protoni ed 8 neutroni, 9 protoni e 10 neutroni, 10 protoni e 10 neutroni. Attorno ruotano 8, 9 e 10 elettroni.

Fig. 3 - Per una più esatta idea della struttura atomica è raffigurato l'atomo dell'elio, col nucleo contenente 2 protoni (+) e 2 neutroni (O) attorno ai quali ruotano 2 elettroni (—).

Alla fine dell'elenco degli elementi, considerati in ordine di peso atomico, troviamo il Mendelevio (non indicato nella figura), elemento scoperto recentemente, il cui atomo è costituito da 101 protoni e 101 elettroni.

La tavola periodica degli elementi di cui si è detto è un elenco ordinato degli elementi stessi in *numero atomico* progressivo (in ordine *quantitativo di elettroni* ruotanti intorno al nucleo), ed anche in ordine di *peso atomico* (corrispondente al *numero di protoni e di neutroni* del nucleo).

I vari elementi ed i rispettivi atomi hanno differenti pesi l'uno rispetto all'altro, e quello che maggiormente si avvicina all'unità è l'Idrogeno, il cui peso atomico è pari a 1,008 rispetto a quello dell'Ossigeno che è 16 (8 + 8). L'Elio ha un peso atomico approssimativo di 4 (2+2), il Litio di 7 (3+4), il Fluoro di 19 (9+10), ed il Neon di 20 (10+10), come si vede nella già citata figura 2.

Gli elettroni delle orbite esterne di alcuni elementi possono essere facilmente separati dai nuclei positivi dei rispettivi atomi, e possono essere costretti a muoversi nei metalli, nel vuoto, o in tubi contenenti dei gas, ed in genere tali elettroni hanno caratteristiche molto importanti.

Il peso di un elettrone è molto piccolo in confronto a quello di un protone o di un neutrone, (circa 1:1845 del peso del protone dell'atomo più leggero, ossia di Idrogeno). Il peso di un elettrone ammonta a 9×10^{-28} grammi, e la carica elettrica negativa a $1{,}6 \times 10^{-19}$ *coulomb*. (Vedremo tra breve il significato di questa unità di misura della carica elettrica). Per questa sua combinazione l'elettrone è una particella particolarmente attiva, con diverse possibilità di pratica utilizzazione.

Ionizzazione.

Per principio, un atomo tende a rimanere nel suo stato normale, nello stato cioè in cui l'energia interna è minima; se questa però supera lo stato normale, l'atomo diventa **eccitato.** L'eccitazione può essere prodotta in diversi modi, come ad esempio, in seguito all'urto dell'atomo con particelle positive o negative che si spostano ad alta velocità, le quali possono cedere tutta o parte della loro energia all'atomo durante la collisione. L'eccesso di energia assorbito dall'atomo stesso può essere sufficiente allora a far sì che gli elettroni delle orbite esterne, scarsamente attratti dal nucleo, abbandonino il loro posto nonostante la forza che tende a trattenerli nella loro posizione.

Un atomo che ha perso o guadagnato uno o più elettroni, viene detto **ionizzato**, ossia, se perde elettroni si carica positivamente e diviene un **ione positivo**, mentre viceversa, se ne acquista, si carica negativamente e diviene un **ione negativo**, per cui per **ione** si intende una particella di materia avente una carica positiva o negativa ben determinata.

Elettroni liberi.

Quando un elettrone esterno viene allontanato da un atomo, diventa un **elettrone libero**, ed alcuni elettroni di certi atomi metallici sono uniti così leggermente ai nuclei che sono pressochè liberi di spostarsi di atomo in atomo; la minima forza, o il minimo ammontare di energia ne determina lo spostamento e li tramuta in elettroni liberi.

Tale movimento di elettroni liberi costituisce il passaggio della corrente elettrica in un conduttore.

CONDUTTORI e ISOLANTI

Da un punto di vista generale tutti i materiali possono essere divisi in due grandi categorie: conduttori e isolanti. Tale suddivisione si basa sulla loro maggiore o minore possibilità di permettere un passaggio di corrente (movimento di elettroni), e tale possibilità è a sua volta in stretta relazione con la struttura atomica.

Conduttori.

Un buon conduttore è un materiale che ha un gran numero di elettroni liberi, e, in un certo senso, tutti i metalli sono conduttori di elettricità, pur considerando che alcuni di essi lo sono più di altri. Tra tali conduttori sono l'argento, il rame, l'alluminio, ecc., ma occorre considerare che se l'argento è, ad esempio, migliore conduttore del rame, il secondo viene usato più diffusamente in quanto è più economico; l'alluminio viene usato come conduttore nei casi in cui risulta di grande importanza il fattore peso.

La tendenza da parte del materiale a condurre l'elettricità dipende anche dalle sue dimensioni: i conduttori infatti si presentano sotto forma di barre, tubi o fogli, ma i più comuni vengono usati sotto forma di filo.

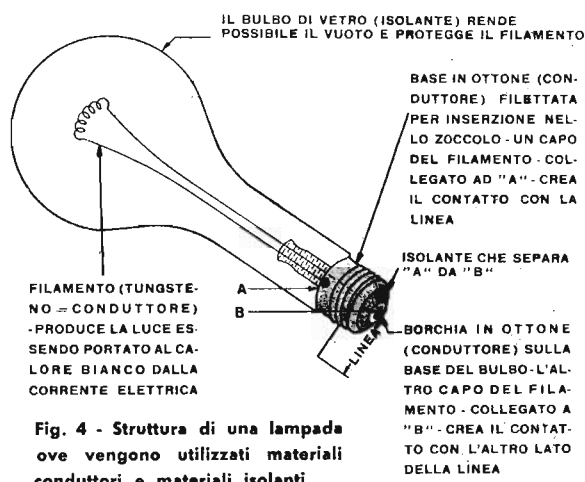



Fig. 4 - Struttura di una lampada ove vengono utilizzati materiali conduttori e materiali isolanti.

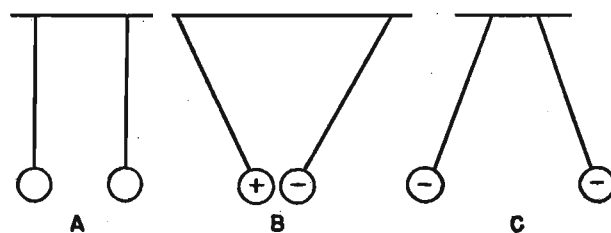



Fig. 5 - Se due corpi elettricamente neutri sono posti a lato (A) non si manifesta alcuna forza di attrazione tra loro; se gli stessi corpi posseggono cariche di polarità opposta (B) essi si attraggono; e se le polarità sono tra loro eguali (C) si respingono.

Tutti conosciamo i cavi telefonici e le linee di distribuzione dell'energia elettrica: queste ultime sono realizzate con conduttori a filo e trasportano l'elettricità da un punto all'altro portandola nelle nostre case per accendere le lampadine e per azionare tutti i dispositivi elettrici di uso domestico.

Nelle varie applicazioni i conduttori a filo vengono usati in diverse misure, da quella capillare impiegata per la realizzazione delle bobine mobili dei delicati strumenti di misura, a quella di notevoli dimensioni usata per l'alimentazione delle linee tranviarie o ferroviarie. Generalmente, la proprietà di condurre l'elettricità varia direttamente col variare della superficie della sezione del conduttore, e ciò è dovuto al fatto che maggiore è la sezione, maggiore è il numero degli atomi presenti e quindi maggiore il numero degli elettroni liberi

I cavi multipli vengono usati quando è necessario una certa flessibilità, come ad esempio per le lampadine portatili, ferri da stiro, tostapane, ecc.; inoltre, allo scopo di renderli più maneggevoli e meno soggetti alle variazioni di temperatura e delle condizioni esterne, tali conduttori sono spesso ricoperti con altri materiali come gomma, cotone, plastica o smalto. Tali rivestiture evitano anche i cosiddetti *cortocircuiti* (contatti indesiderati tra il filo e oggetti estranei oppure tra fili diversi) e le dispersioni di corrente, e sono costituiti da materiali detti *isolanti.*

Isolanti e dielettrici.

Poichè i corpi isolanti sono elementi — o combinazioni di elementi — la cui struttura atomica è tale da evitare praticamente ogni movimento di elettroni, di atomo in atomo, si dice che *un corpo isolante ha pochi elettroni liberi.*

Non esiste un materiale conosciuto come perfetto isolante, attraverso il quale non è possibile cioè ottenere alcun passaggio di corrente, ma in compenso ve ne sono di tali le cui caratteristiche li rendono così poco conduttori, che per gli scopi normali vengono considerati praticamente isolanti pressochè perfetti.

La porcellana, il vetro, l'aria, il legno asciutto, la gomma e l'olio sono considerati materiali isolanti, e qui di seguito riportiamo un brevissimo elenco riassuntivo dei migliori conduttori e dei migliori isolanti, in ordine progressivo, a seconda delle loro qualità conduttive o isolanti.

Conduttori	Isolanti
Argento	Aria secca
Rame	Vetro
Alluminio	Mica
Ottone	Gomma
Zinco	Amianto
Ferro	Bachelite

Una delle cose principali che apprendiamo in fatto di elettricità è che, se non usiamo la massima prudenza nel maneggiare dispositivi che la utilizzano per il loro funzionamento, possiamo a volte avere la spiacevole e pericolosa sorpresa di prendere la così detta « scossa », ed i materiali isolanti vengono usati anche per evitare tale inconveniente. Come abbiamo già detto, gli isolanti vengono usati per evitare perdite di corrente: il lettore conosce certamente la struttura di una comune lampada elettrica, e sa perfettamente che nella sua realizzazione sono impiegati materiali sia isolanti che conduttori. La corrente elettrica che riscalda il sottile filamento (**figura 4**) giunge ad esso dopo aver percorso una serie di conduttori collegati al generatore di corrente, e se noi toccassimo detto filamento mentre è in funzione, riceveremmo una « scossa » e una bruciatura. Tuttavia, sappiamo che possiamo inserire o togliere una lampadina dal suo portalampada senza alcun pericolo, toccando soltanto il vetro. Ciò rende evidente che nel vetro non vi è passaggio di corrente elettrica sebbene esso sia in diretto contatto con le parti metalliche connesse al filamento: quindi, è un corpo isolante.

ELETTRICITA' STATICA

Una delle leggi fondamentali dell'elettricità afferma che **le cariche analoghe si respingono, mentre le cariche opposte si attraggono**, (vedi **figura 5**) per cui nell'atomo esiste una forza di attrazione tra il nucleo positivo e gli elettroni negativi, che ruotano in orbita intorno ad esso.

La parola statico deriva da stasi, e significa « assenza di movimento », ossia riposo, ed in origine l'elettricità statica fu considerata come ferma in quanto i fisici di tanti anni fa pensavano che l'energia elettrica prodotta dall'attrito fosse ferma. E' possibile effettuare un semplice esperimento per produrre delle scariche statiche: se si fa passare un pettine asciutto varie volte tra i capelli, con una certa energia, si ode uno scricchiolio e uno scoppiettio: ciò significa che si producono, in un primo tempo, delle cariche statiche tra i capelli ed il pettine

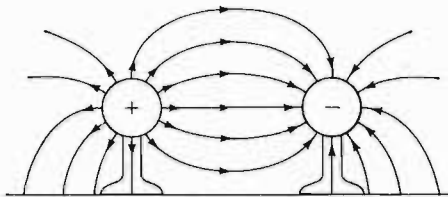



Fig. 7 - Sempre con linee si può illustrare il campo elettrico circostante a cariche analoghe e far notare che in tal caso le linee di forza si respingono e che non sono parallele ma si piegano all'infuori partendo dal centro.

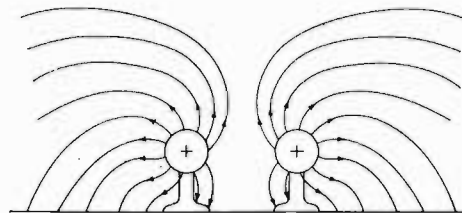



Fig. 6 - Per rappresentare graficamente direzione o intensità dei campi elettrici si usano delle linee. Esse, ad es. in questo caso, indicano che la direzione del campo tra cariche contrarie va dal positivo al negativo.

a causa del trasferimento di elettroni dagli uni all'altro, trasferimento dovuto all'attrito; le scariche che seguono sono il rapido movimento degli elettroni stessi in direzione opposta, poichè le cariche di cui si è detto si neutralizzano a vicenda.

Se l'azione viene compiuta al buio, è possibile notare la presenza delle scariche grazie all'apparire di piccole scintille.

CARICHE ELETTRICHE nei CORPI.

Nell'esperimento descritto può accadere che delle ciocche di capelli si dispongano ad angolo retto in quanto la perdita di elettroni ha caricati i capelli positivamente, e come si è detto, le cariche analoghe si respingono: d'altro canto il pettine, avendo acquistato degli elettroni in più, si carica di elettricità negativa.

Se il pettine viene posto allora in prossimità di un piccolo pezzo di carta, questo verrà attratto e rimarrà attaccato al pettine per un certo tempo; la carica negativa del pettine respingerà gli elettroni liberi della carta verso il lato più lontano dal pettine stesso, caricando invece positivamente il lato a contatto. Le cariche opposte produrranno la forza di attrazione che determina il contatto; durante quest'ultimo però, alcuni degli elettroni in eccesso si sposteranno dal pettine alla carta caricandola di elettricità negativa e in seguito — poichè le cariche analoghe si respingono — il pezzetto di carta si separerà dal pettine.

Ricapitolando, un corpo si dice **carico** *se contiene un numero di elettroni superiore o inferiore al normale*, e può essere rispettivamente negativo o positivo, a seconda se gli elettroni sono in eccesso o in difetto rispetto ai protoni, mentre *se ogni atomo ha un egual numero di elettroni e di protoni*, il corpo è **scarico.**

La rimozione di elettroni da un corpo implica il suo contatto con un altro e poscia il suo allontanamento da quest'ultimo. Il secondo avrà un eccesso di elettroni, e quindi sarà caricato negativamente, mentre il primo avrà una deficienza di elettroni, per cui sarà positivo. Tale principio potrà essere verificato strofinando il vetro con la seta (come già si è accennato a proposito delle definizioni della diversa elettricità dovute a B. Franklin). Alcuni elettroni saranno tolti dal vetro e si uniranno alla seta in modo che il primo (con meno elettroni), sarà positivo, e la seconda (con abbondanza di elettroni), sarà negativa, e, per tutto il tempo in cui essi non verranno a contatto, manterranno le loro cariche. Tuttavia, non appena avranno la possibilità di toccarsi, l'eccedenza di elettroni della seta si trasferirà sul vetro neutralizzando la carica dei due corpi.

LA LEGGE di COULOMB sulle CARICHE

Abbiamo verificato sperimentalmente che i corpi caricati elettricamente si attraggono a vicenda quando le loro cariche sono opposte, e si respingono quando le loro cariche sono analoghe, per cui elettroni e protoni si attraggono a vicenda, mentre gli elettroni si respingono tra di loro, come pure i protoni stessi.

Le forze di attrazione o di repulsione variano col variare dell'intensità delle cariche e col variare delle distanze, e tale relazione viene considerata nella legge sulle forze scoperta da uno scienziato francese di nome Charles A. Coulomb. Tale legge afferma che **i corpi caricati elettricamente si attraggono o si respingono reciprocamente con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle rispettive cariche, ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i corpi.** (*).

(*) *Troveremo spesso le espressioni* direttamente proporzionale *ed* inversamente proporzionale: *accenniamo brevemente al loro significato, citando anche qualche esempio dimostrativo della legge di Coulomb.*

La proporzione è una relazione che sussiste tra due grandezze o quantità, ed è diretta *allorchè l'aumento o la diminuzione di una di tali grandezze determina l'aumento o la diminuzione, in proporzione, dell'altra; è* inversa, *invece, se l'aumento di una grandezza determina una diminuzione, sempre in proporzione, dell'altra, o viceversa.*

Ci riferiamo ora alla legge di Coulomb relativa alla forza che agisce su due corpi caricati elettricamente. Supponiamo che due corpi, A e B, abbiano rispettivamente delle cariche elettriche corrispondenti numericamente a 5 e 6. Il prodotto dei loro valori — ossia la forza con la quale i due corpi si attraggono (o si respingono, e ciò in relazione alla loro reciproca polarità) — è perciò 30. Se le citate cariche, ad esempio, raddoppiano e raggiungono cioè i rispettivi valori di 10 e 12, il prodotto è 120: come si vede, assai più del doppio del precedente prodotto che era 30. Analogamente, se dette cariche vengono diminuite (supponiamo ridotte a metà del loro valore) avremo rispettivamente valori di 2,5 e 3, il cui prodotto è 7,5: alla metà delle cariche corrisponde non la metà di 30, ma la quarta parte. Nell'uno e nell'altro caso l'azione è però sempre direttamente proporzionale.

Nella legge di Coulomb è preso in esame anche un altro fattore: la distanza tra i due corpi. Supponiamo che una forza F sussista tra i due già citati corpi carichi rispettivamente 5 e 6 allorchè essi si trovano distanziati di 5 cm. La legge cita in proposito il quadrato della distanza (abbiamo già spiegato che il quadrato di un numero equivale al nu-

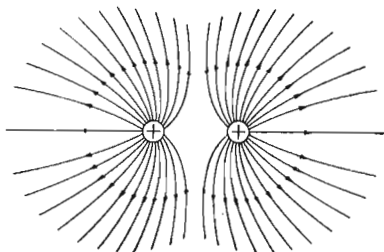



Fig. 7 bis - Lo stesso fenomeno tra due corpi a carica di eguale segno, illustrato alla figura precedente, può essere raffigurato anche secondo il disegno qui riprodotto.

Fig. 8 - Unendo i due poli di un generatore di corrente (Fonte) ad un « carico », si attua un « circuito elettrico ». In esso gli elettroni liberi cominciano istantaneamente a muoversi lungo i conduttori dando luogo alla « corrente elettrica ». Il senso del movimento degli elettroni è quello dal polo negativo al polo positivo, con passaggio attraverso il carico.

La carica di un elettrone o di un protone potrebbe essere usata come unità di carica elettrica, ma non sarebbe pratico trattandosi di una quantità infinitesimale; come unità di carica elettrica si è invece adottato il **coulomb**, che equivale alla carica di 6.280.000.000.000.000.000 elettroni; come si è detto nella nota di pagina 7, un modo più comodo di esprimere tale unità è $6{,}28 \times 10^{18}$ elettroni.

Il simbolo che rappresenta il coulomb è Q.

CAMPI ELETTRICI e LINEE di FORZA

Campo elettrico.

Lo spazio che circonda i corpi caricati elettricamente o che è interposto tra di essi, e nel quale si avverte la loro influenza, si chiama **campo elettrico di forza;** esso non richiede un mezzo di collegamento nè fisico nè meccanico e può esistere in qualunque ambiente, sia esso aria, vetro, carta, ecc. o vuoto. **Campi elettrostatici** e **campi dielettrici** sono altre espressioni di uso comune che intendono la medesima cosa, cioè questa regione di forze.

I campi di forza si estendono nello spazio che circonda il loro punto di origine, e, generalmente, **diminuiscono proporzionalmene al quadrato della distanza della sorgente.**

Esempio di un campo di forza è quello della forza di gravità, che compenetra lo spazio circostante la terra e agisce attraverso il medesimo in modo da causare la caduta verso la terra stessa di tutti gli oggetti sospesi.

Newton scoprì la legge della gravitazione, la quale stabilisce che **ogni oggetto esercita una forza di attrazione su di un qualsiasi oggetto, in modo direttamente proporzionale al prodotto delle masse, ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra gli oggetti stessi.**

E' possibile, da quanto sopra, notare l'analogia tra la legge di gravità e la legge di attrazione dei corpi caricati elettricamente; il campo gravitazionale tiene unito l'intero universo, poichè se detto campo non esistesse, i pianeti, compresa la terra, si sposterebbero senza meta nello spazio invece che girare intorno al sole, e la luna cesserebbe di ruotare intorno alla terra. Inoltre, a causa della rotazione della terra intorno al proprio asse, tutti gli oggetti ed i corpi che si trovano sulla sua superficie si allontanerebbero nello spazio. Analogamente, gli elettroni che ruotano ad alta velocità intorno al nucleo positivo dell'atomo, vengono mantenuti nelle loro orbite grazie alla forza di attrazione esercitata dal nucleo, per cui deduciamo che tra gli elettroni e detto nucleo deve necessariamente esistere un campo di forza.

Considerando le relative dimensioni, vi sono degli spazi enormi tra gli elettroni ed il nucleo, perfino negli atomi più densi; ad esempio, se una moneta di rame fosse portata alle dimensioni dell'orbita terrestre intorno al sole, (un diametro di circa 250.000.000 km) gli elettroni della moneta acquisterebbero in proporzione le dimensioni di un pallone da « foot-ball », e la distanza media tra loro sarebbe di circa **5 km.**

Linee di forza.

Per la rappresentazione grafica si usano delle linee per raffigurare la direzione e l'intensità dei campi elettrici di forza, e, mentre l'intensità del campo è indicata dalla densità (numero di linee nell'unità di superficie), la direzione è indicata da frecce le cui punte sono rivolte nel senso in cui una piccola carica di prova si muoverebbe o tenderebbe a muoversi qualora fosse eccitata da un campo di forza.

Per trovare la direzione nella quale una forza agisce, si può usare una piccola carica di prova, positiva o negativa, in quanto la forza del campo dielettrico agisce su entrambe. Tuttavia, arbitrariamente, si è convenuto di usare una piccola carica *« positiva »* per determinare la direzione del campo.

L'esperimento dimostra che la direzione del campo circostante una carica **positiva,** si allontana dalla carica stessa, poichè la carica positiva di prova viene **respinta,** e che la direzione del campo circostante una carica **negativa,** è rivolta verso la carica stessa in quanto la carica positiva di prova viene **attratta.**

In **figura 6** si nota che la direzione del campo tra cariche contrarie va dal positivo al negativo. La **figura 7** mostra invece il campo elettrico circostante

---

mero moltiplicato per se stesso); nel nostro caso, essendo la distanza 5 cm, si ha 25 come suo quadrato. Il prodotto delle due cariche è, come si è detto, 5 × 6 = 30. Dividendo tale prodotto (30) per il quadrato della distanza (25) otterremo 1,2 come valore della forza F. Vediamo ora quale valore assume la forza se raddoppiamo la distanza (10 cm). Avremo, il già noto prodotto, 30, diviso il quadrato di 10 (10 × 10) che è 100, ossia avremo 0,3. La distanza è semplicemente raddoppiata ma la forza F è diminuita in relazione al quadrato della distanza. L'azione è pur sempre proporzionale, ma inversamente.

Fig. 9 - Il movimento di 6.280.000.000.000.000.000 elettroni nella sezione di un conduttore, in un secondo, equivale all'unità di misura della corrente ossia ad 1 « ampère ». Gli elettroni, sebbene ne siano rappresentati solo alcuni, si intendono distribuiti lungo tutto il conduttore.

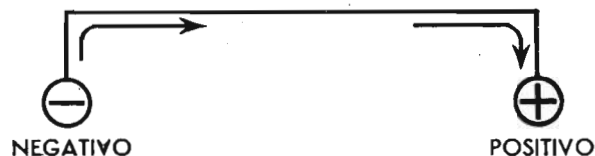



Fig. 10 - Il movimento di elettroni di cui si è detto (corrente) tra due corpi caricati elettricamente e collegati mediante un conduttore ha luogo finchè si verifica la forza che lo determina, ossia la « forza elettromotrice » o « tensione »; cessa quando le due cariche risultano bilanciate.

cariche analoghe, e si può notare che le linee di forza si respingono a vicenda; inoltre nella figura 7, le linee di forza fra i due corpi caricati elettricamente non sono parallele, bensì si piegano all'infuori partendo dal centro, come se si respingessero, appunto, reciprocamente. In entrambe le figure le linee terminano sugli oggetti materiali e di estendono sempre, come si è detto, dalla carica positiva alla carica negativa. Esse sono considerate linee immaginarie nello spazio lungo le quali agisce una forza reale, ed in entrambi gli esempi, la direzione nella quale la forza agisce è, ripetiamo, la medesima nella quale una piccola carica positiva di prova si muoverebbe qualora fosse introdotta nel campo, ossia **dalla carica positiva verso la carica negativa.**

CORRENTE

Fino a questo punto ci siamo riferiti esclusivamente all'*elettricità statica*, ossia all'*elettricità immobile*. Gli elettroni liberi presenti in un conduttore si muovono però, costantemente, e mutano la loro posizione secondo un sistema « vibrante ».

Se una sorgente di energia (come ad esempio una pila o un generatore a corrente continua) viene collegata ai due terminali di un **circuito elettrico,** (così si chiama il percorso predisposto per il passaggio della corrente) come è mostrato in **figura 8,** gli elettroni liberi cominciano quasi istantaneamente a muoversi lungo i conduttori, ossia lungo i loro assi, in un'unica direzione nel circuito stesso, e si considera che la *direzione* del movimento sia dal *terminale « negativo » della sorgente verso il terminale « positivo »*, attraverso il carico. Tale direzione è opposta a quella precedentemente stabilita per convenzione, secondo la quale la corrente scorre dal polo positivo a quello negativo. In effetti, nell'esposizione di questo nostro Corso, viene scelta come base sulla quale si stabiliscono le regole che governano l'analisi dei circuiti, la *direzione del movimento elettronico* in quanto essa è l'esatta direzione del movimento degli elettroni nei conduttori e, come vedremo, anche nel vuoto e nei gas, ed è inerente al senso effettivo della corrente (o movimento di elettroni liberi); ad essa perciò dovrà riferirsi il tecnico.

Sebbene il movimento antiorario degli elettroni liberi in un circuito sia relativamente lento, la velocità di responso è molto elevata, per cui, non appena la sorgente di energia viene collegata al circuito, gli elettroni iniziano quasi immediatamente il loro movimento verso il « carico », il quale non è altro che il circuito stesso che costituisce il percorso degli elettroni messi in movimento dalla sorgente di energia. L'intervallo di tempo che intercorre tra l'istante in cui il circuito viene collegato alla sorgente e l'istante in cui inizia il passaggio di corrente nel carico può essere determinato dividendo la distanza tra la sorgente ed il carico per una costante corrispondente all'incirca alla velocità della luce, per cui se il carico si trova a 0,3 km dalla sorgente, l'intervallo di tempo equivale a 0,3: 300.000 km al secondo, ossia 0.000001 secondi, e tale intervallo viene definito per maggiore comodità 1 *micron secondo*.

Quindi, l'inizio del passaggio di corrente è quasi istantaneo e si verifica contemporaneamente in tutti i punti del circuito al quale la sorgente è collegata; **tale movimento costituisce la corrente elettrica** propriamente detta.

Per determinare *l'ammontare* della corrente è necessario adottare un'unità di misura con la quale si possa lavorare; il termine che definisce l'unità di corrente (vedi **figura** 9) viene chiamato **ampère** e prende il nome dal filosofo Andrea M. Ampère il quale scoprì, nel 1823, le relazioni che sussistono tra il senso della corrente in un conduttore e la direzione del campo magnetico che lo circonda. La lettera I viene usata come simbolo per indicare la **corrente** elettrica.

Il passaggio di 1 ampère equivale al movimento di $6{,}28 \times 10^{18}$ elettroni (abbiamo visto che questa è la carica corrispondente ad 1 coulomb) al secondo, attraverso un determinato punto del circuito, e può essere paragonato alla portata d'acqua di un tubo conduttore espressa in litri al secondo.

La portata di corrente in ampère, e la quantità di elettricità che percorre un circuito, sono in relazione in quanto hanno come fattore comune il *tempo*. Per questo motivo la quantità di carica elettrica in coulomb mossa attraverso un circuito, equivale al prodotto tra la corrente in ampère I, e la durata del passaggio di corrente in secondi, rappresentata nella seguente equazione della **lettera** t.

$$Q = It.$$

Ad esempio, se una corrente di 2 ampère scorre in un circuito per la durata di 10 secondi, la quantità

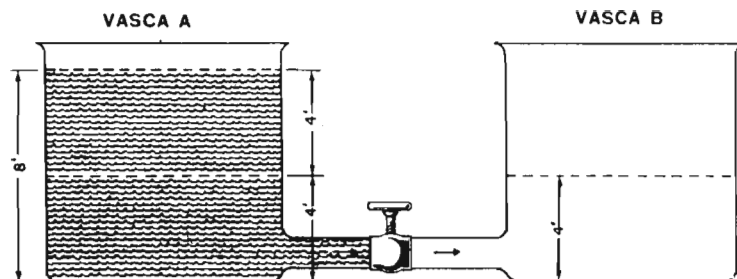



Fig. 11 - Analogia del fenomeno della differenza di potenziale. Tra la vasca A e la vasca B (tra un polo e l'altro) esiste — quando la valvola è chiusa — (conduttore mancante o interrotto) la massima pressione (tensione). Aprendo la valvola (chiusura del circuito) ha inizio il passaggio verso B (corrente) sino al raggiungimento di un pari livello: il flusso cessa (non vi è più differenza di potenziale).

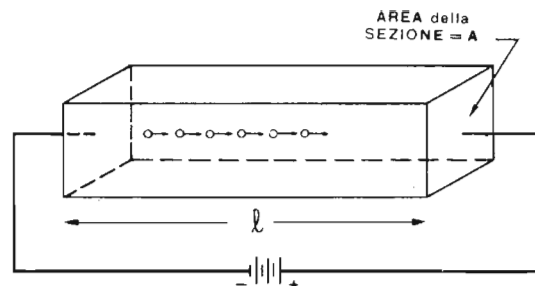



Fig. 12 - Un conduttore elettrico oppone una certa « resistenza » al libero passaggio della corrente: tale resistenza dipende dalla natura del materiale di cui il conduttore è formato, dalla sua lunghezza « l » e dall'area della sua sezione, A.

di elettricità che è mossa nel circuito stesso equivale a 2×10 ossia 20 coulomb. Analogamente, se si fanno passare 20 coulomb attraverso un circuito in un tempo pari a 10 secondi, la corrente media sarà 20:10 ossia 2 ampère. E' opportuno notare che il passaggio di corrente in ampère implica la quantità di coulomb al secondo senza indicare nè i coulomb stessi, nè i secondi, per cui il passaggio di una corrente di 2 ampère equivale, e resta sott'inteso, ad una portata di 2 coulomb al secondo.

TENSIONE

La forza che determina lo spostamento di elettroni liberi in un conduttore sotto forma di corrente elettrica si chiama **forza elettromotrice** (*f.e.m.*), o **tensione,** o **differenza di potenziale,** e quando essa esiste tra due corpi caricati elettricamente e collegati mediante un conduttore, gli elettroni scorrono attraverso questo ultimo dal corpo negativo verso quello positivo, come si è già detto, finchè le due cariche sono bilanciate, ossia finchè la differenza di potenziale viene neutralizzata (**figura 10**).

Una analogia di questi fenomeni è illustrata nella **figura 11** che rappresenta due recipienti d'acqua collegati attraverso un tubo, ed una valvola; in un primo tempo quest'ultima è chiusa e l'acqua si trova nel recipiente « A », per cui la pressione sulla valvola è al suo massimo valore. Quando essa viene aperta, il liquido scorre attraverso il tubo dal recipiente « A » al recipiente « B » finchè raggiunge il medesimo livello in entrambi, ed a questo punto esso cessa di spostarsi in quanto tra i due recipienti non esiste più alcuna differenza di pressione.

Vi sono diversi metodi per generare una tensione elettrica, i più comuni sono le batterie o pile ed i generatori rotanti. Lo scienziato italiano A. Volta (1745-1827) inventò la prima pila elettrica, e l'unità di misura di tensione, il **volt,** venne così chiamata in suo onore.

L'intensità della corrente che scorre in un circuito elettrico è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale presente ai capi del circuito stesso, esattamente come il passaggio di acqua attraverso il tubo della figura 11 è direttamente proporzionale alla differenza tra le altezze dei livelli nei due recipienti.

Una legge fondamentale dell'elettricità è pertanto che **la corrente è direttamente proporzionale alla tensione applicata.**

RESISTENZA

La resistenza elettrica è quella caratteristica di un circuito elettrico che *si oppone* al passaggio della corrente che lo percorre. Il semplice circuito della figura 8 ha una resistenza di valore diverso nelle diverse parti che lo compongono, ossia nella sorgente, nel carico, e nei conduttori di collegamento.

Le dimensioni ed il materiale dei conduttori devono essere tali da mantenere la resistenza al valore più basso, in modo che la corrente possa scorrere altrettanto facilmente in essi, come l'acqua scorre attraverso il tubo che collega i due recipienti della figura 11 non appena il rubinetto viene aperto. Se la pressione dell'acqua rimane costante, il passaggio varia col variare dell'apertura del rubinetto stesso, in quanto minore è detta apertura, maggiore è l'opposizione al movimento del liquido, e minore è quindi la portata.

In un circuito elettrico, maggiore è il diametro dei conduttori, minore è la resistenza elettrica che essi oppongono al passaggio della corrente che li percorre. Nell'esempio analogo dell'acqua, l'attrito con le pareti interne del tubo si oppone al trasferimento del liquido da un recipiente all'altro; tale attrito è analogo alla resistenza elettrica.

La resistenza che il tubo oppone al passaggio dell'acqua dipende (1) dalla lunghezza del tubo stesso, (2) dal diametro, e (3) dalla natura della superficie interna (liscia o ruvida).

Analogamente, la resistenza opposta dai conduttori elettrici dipende (1) dalla lunghezza dei conduttori, (2) dalla loro sezione, e (3) dalla natura del materiale impiegato (rame, alluminio ecc.). (**figura 12**)

L'unità di misura della resistenza è **l'ohm.** Essa è strettamente connessa, e deriva — come vedremo in seguito — dai valori delle altre entità elettriche presenti nel circuito e cioè: tensione (volt), e corrente (ampère). Ci sia sufficiente, per il momento, dire che un conduttore (o circuito) **ha la resistenza di un ohm quando una differenza di potenziale di un volt applicata ai suoi capi da luogo allo scorrimento di una corrente di un ampère.**

MATERIALE di MONTAGGIO

PREFISSI

In ogni sistema di misura, non basta disporre di una sola unità per esprimere qualsiasi ammontare: ad esempio, mentre si usa il centimetro per piccole lunghezze, si usa anche il millimetro per lunghezze inferiori, o addirittura il chilometro per lunghezze molto maggiori. Analogamente, nel caso delle misure elettriche, sono state stabilite delle unità che sono sottomultipli o multipli della unità base. Tali unità supplementari sono elencate qui sotto, riferite — a titolo di esempio — all'unità di misura della resistenza e sono, in questo caso, costituite dalla parola Ohm con l'aggiunta di un prefisso che ne determina il fattore o il rapporto:

Mega-ohm	= 1.000.000 di ohm
Chilo-ohm	= 1.000 ohm
Centi-ohm	= 1/100 di ohm (poco usato)
Milli-ohm	= 1/1.000 di ohm (poco usato)
Micro-ohm	= 1/1.000.000 di ohm
Micro-micro-ohm	= 1/1.000.000 di microohm.

Ad esempio, poichè la parola « chilo » significa 1.000, 1 chilovolt (kV) significa 1.000 volt, per cui un volt equivale ad un millesimo di kV, e tali prefissi, che abbiamo già visti impiegati anche nella misura delle frequenze, come si è detto, possono essere usati con tutte le unità elettriche; essi costituiscono un mezzo pratico per esprimere valori molto grandi o molto piccoli.

Dal momento però che in alcune formule si usano le unità basilari, è indispensabile tener conto sempre, dei fattori di moltiplicazione o di rapporto espressi, al fine di calcolare con esattezza i valori effettivi.

RESISTENZE FISSE e VARIABILI

Vi sono materiali che, pur essendo conduttori, presentano una resistività talmente alta che il loro migliore impiego — in elettronica — consiste nell'utilizzarli per convertire — e a volte per dissipare — l'energia elettrica in energia termica. Un esempio corrente di quanto sopra ci è fornito dalle resistenze dei comuni fornelli o di altri riscaldatori, non ultimo il saldatore elettrico che abbiamo visto dettagliatamente alla nostra seconda lezione.

Se una certa quantità di detti materiali viene predisposta (ad esempio sotto forma di filo avvolto su di un apposito supporto) con due attacchi per un collegamento alle sue estremità (terminali) si ha ciò che correntemente viene definita **resistenza**. Si può fare in modo che tra i due terminali venga interposta tutta o solo una parte della resistenza presente e logicamente si ottiene una resistenza variabile o **reostato.** In questo caso la resistenza può essere realizzata, in pratica, (vedi **figura 1**) mediante un avvolgimento di filo di metallo speciale su supporto isolante: un'estremità è provvista di terminale per il collegamento al circuito esterno, mentre un cursore o molla di contatto, che può spostarsi lungo detta resistenza mediante un comando meccanico, sceglie il valore di resistenza desiderato e costituisce il secondo terminale: un altro tipo è invece a tre terminali in quanto anche la seconda estremità della resistenza è provvista di un sistema di collegamento al circuito esterno, e il cursore, nella sua corsa, viene spostato verso l'una o l'altra delle estremità. Il reostato prende allora il nome di **potenziometro**. La **figura 2 illustra quest'ultimo tipo**.

Uno degi scopi principali dei reostati è di consentire la variazioni della corrente che percorre un dato circuito. Nella sezione A della **figura 3** il terminale variabile A (cursore) è un braccio che può scorrere per la lunghezza della resistenza variando così l'ammontare della resistenza inclusa nel circuito, e di conseguenza, per una legge, detta *legge di Ohm,* che esamineremo in dettaglio nella lezione seguente, la corrente. Nella sezione B della medesima figura, l'intera tensione della batteria è presente ai capi della resistenza, mentre parte di detta tensione viene prelevata in uscita tra un capo della resistenza stessa ed il cursore: in questo secondo caso il potenziometro agisce come *partitore di tensione,* e la parola stessa spiega sufficientemente la definizione, in quanto il circuito di uscita preleva « una parte » della tensione totale; in tal modo si varia contemporaneamente la corrente nel circuito di utilizzazione.

In un certo senso, oltre alla lunghezza del conduttore, alla sua sezione ed alla natura del materiale di cui è composto, anche la temperatura influisce sulla resistenza. In molti conduttori, come ad esempio nel rame, nell'alluminio, nel ferro ecc., la resistenza aumenta con l'aumentare della temperatura: il carbone invece costituisce una eccezione in quanto la sua resistenza diminuisce coll'aumentare della temperatura. Alcune leghe di metalli (ad esempio la manganina e la costantana) hanno proprietà resistive che non variano in maniera apprezzabile col variare della temperatura.

La resistenza relativa di diversi conduttori aventi la

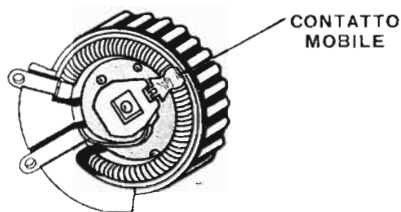



Fig. 1 - Reostato con resistenza a filo. Una delle linguette fa capo ad un terminale della resistenza, e l'altra al cursore: entrambe sono isolate dall'involucro. Il valore ohmico tra le linguette varia da zero al massimo, spostando il cursore.

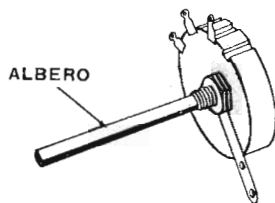



Fig. 2 - Potenziometro: esso ha come punti di contatto, l'inizio e la fine della resistenza, nonchè il cursore. E' spesso previsto un collegamento cosiddetto « di massa » per la custodia metallica.

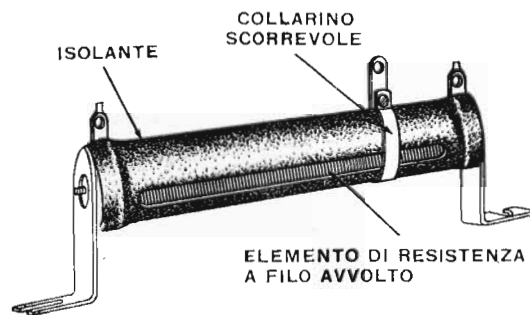



Fig. 2 bis - Resistenza variabile a filo. E' avvolta su supporto ceramico ed è smaltata. Avendo tre terminali, è analoga al potenziometro, ma viene regolata solo saltuariamente mediante spostamento del cursore; è detta « semifissa ».

medesima lunghezza e la medesima sezione può essere confrontata nella tabellina seguente:

Argento	1,00
Rame	1,08
Oro	1,40
Alluminio	1,80
Platino	7,00
Piombo	13,50

Nel breve elenco di cui sopra la resistività dell'argento è considerata come unità, mentre la resistività degli altri metalli è elencata in ordine progressivo crescente

Tra i vari materiali comunemente usati per la fabbricazione delle resistenze metalliche troviamo la cosiddetta argentana, costituita da una lega di rame, nichel e zinco in varie proporzioni che determinano un aumento della resistenza con l'aumentare della percentuale di nichel: detto materiale ha un elevato coefficiente di temperatura. Le leghe di rame e nichel e di ferro e nichel hanno un'alta resistività; la prima varia da 10 a 30 volte quella del rame.

Le leghe di nichel e cromo invece hanno una resistività variabile da 60 a 70 volte quella del rame, e tali leghe si dimostrano particolarmente utili nei dispositivi funzionanti ad alta temperatura, come ad esempio nei forni elettrici. Alcune sostanze hanno caratteristiche di resistività veramenti notevoli:

1 - il carbone, ad esempio, ha una resistività che varia da 400 a 2.400 volte quella del rame, a seconda delle condizioni fisiche del materiale stesso, e viene ampiamente usato per la fabbricazione delle spazzole di contatto dei motori elettrici, nonchè per la fabbricazione delle resistenze fisse utilizzate negli apparecchi radio e nelle apparecchiature elettroniche in genere

2 - Il selenio, elemento appartenente alla categoria dei corpi non metallici, ha la caratteristica di diminuire la sua resistenza quando viene colpito dalla luce.

3 - il bismuto invece ha una resistività che dipende dalla intensità del campo magnetico nel quale si trova.

PERDITE TERMICHE e CARATTERISTICA di POTENZA

Si è trovato sperimentalmente che, quando una corrente I scorre attraverso una resistenza R per t secondi, la quantità di calore che si sviluppa (espressa in una propria unità di misura, che è il *Joule*) è data da:

$$H = RI^2 \times t$$

in cui:

H = calore sviluppato in joules I = corrente in amp.
R = resistenza in ohm t = tempo in secondi

La quantità di calore generata in un secondo ($t = 1$) è espressa ovviamente da RI^2 joule. Ora, un *joule al secondo* viene chiamato anche **watt,** unità che esprime la portata alla quale si produce calore. Da quanto esposto si ha (*):

$$Watt = \frac{H}{t} = W = RI^2$$

W = è normalmente considerato come perdita corrispondente a I^2R, e nella maggior parte degli apparecchi commerciali, è necessario mantenere tale perdita di potenza al minimo possibile, per due motivi:

1 - essa costituisce uno spreco di energia,

2 - aumenta la temperatura interna dell'apparecchiatura.

Dal momento che un conduttore si scalda quando conduce una corrente, è importante scegliere per esso una misura, ossia una sezione tale, da evitare il riscaldamento quando scorre la corrente normale di funzionamento per il quale è previsto. Per ogni sezione dei vari conduttori è specificata la corrente massima che

(*) *Riteniamo opportuno chiarire che l'eguaglianza qui sopra espressa e tutte le eguaglianze in genere — ossia, espressioni costituite da due membri il cui valore è eguale — prendono il nome di « equazioni ».*

Il prodotto tra due o più numeri, o lettere rappresentanti valori numerici, può essere indicato tanto da un puntino posto tra di essi, come dal segno di moltiplicazione « × », quanto — ed è assai frequente con le lettere — dal semplice accostamento dei vari fattori. Come si vede sopra, R I² significa perciò R × I².

Dal punto di vista grafico anche la divisione può essere esposta in forme diverse; ad esempio, sempre nell'equazione di cui sopra, la divisione di « H » per « t » può essere scritta sia così come essa è riportata, come potrebbe essere anche espressa: H/t oppure H:t.

Come si sarà notato nel corso del testo sin qui esposto, le lettere vengono spesso usate per indicare determinate unità elettriche o, per meglio dire, fisiche; così qui troviamo ancora, in aggiunta a quelli noti, il simbolo V per indicare la tensione in genere, il simbolo R per indicare la resistenza in genere, e il W (vedi sopra) per indicare la potenza.

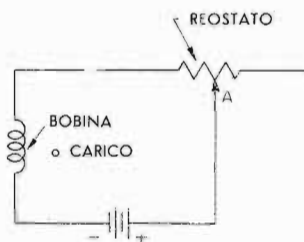



Fig. 3A - Schema tipico di inserimento di un reostato. Spostando il cursore verso sinistra, aumenta la tensione ai capi della bobina, nonchè la corrente; il contrario avviene per lo spostamento inverso.

Fig. 3B - Schema tipico di inserimento di un potenziometro. La tensione della batteria è presente ai capi dell'intera resistenza; la posizione del cursore determina l'ammontare della tensione applicata al carico.

Fig. 4 - Resistenza ad alta dissipazione (alto wattaggio). Analoga a quella di Fig. 2 bis, ma di valore fisso: può sopportare correnti relativamente elevate ed è anche essa smaltata.

può essere sopportata senza provocare surriscaldamento. Come si è già detto, in certe applicazioni, come ad esempio per le lampadine, per le resistenze di riscaldamento ecc. l'effetto termico della corrente è invece desiderato. Vi sono poi casi in cui, come ad esempio in molti apparecchi radio, le correnti sono talmente piccole, che l'effetto di riscaldamento diventa trascurabile.

Riassumendo il concetto di cui sopra: quando una corrente scorre attraverso un apparecchio elettrico, si ha un consumo di un certo ammontare di potenza; questo consumo viene espresso in watt, nel caso di resistenza, mediante la formula $W = I^2R$, nel quale W è la potenza in watt, I è la corrente in ampère, R la resistenza in ohm.

La potenza consumata da una resistenza viene completamente dissipata in calore, per cui maggiore è la sua superficie — e più libera è la circolazione dell'aria intorno ad essa — maggiore è la facilità con la quale detta resistenza può dissipare tale calore. Generalmente, una resistenza di notevoli dimensioni (intendiamo dimensioni fisiche) avrà una portata in potenza maggiore di una resistenza, di pari valore ohmico, di dimensioni inferiori.

I fabbricanti di resistenze classificano i loro prodotti in due modi: in ohm per la resistenza, ed in watt per la potenza: tuttavia essi a volte specificano se una data resistenza deve essere o meno montata in spazio aperto e ad una certa distanza da qualsiasi altro oggetto onde assicurare la portata denunciata.

Dal momento che le resistenze usate nei circuiti radio ed in altri apparecchi elettronici sono forzatamente collocate in uno spazio limitato, esse devono avere portate maggiori che non se fossero usate in conformità alle specificazioni del costruttore, e spesso vengono scelte con portate da 2 a 4 volte superiori a quelle necessarie per il medesimo lavoro in circostanze normali.

RESISTENZE COMMERCIALI

Le resistenze possono essere classificate in due gruppi, a seconda del materiale da cui sono costituite: *resistenze a filo* — solitamente per portate da 2 watt e superiori — e *resistenze chimiche*, per portate inferiori ai 2 watt.

Resistenze a filo. Anche queste, a loro volta, si dividono in due tipi principali:

1 - resistenze fisse, aventi un valore stabile e determinato, provviste di due terminali alle estremità, e tuttalpiù di uno o più terminali intermedi, la cui posizione dipende dal valore di resistenza parziale desiderato. Esse sono generalmente costituite da un supporto di materiale isolante e resistente alla temperatura (ceramica, steatite, mica, ecc.) intorno al quale è avvolta la resistenza propriamente detta, costituita da un filo la cui sezione e la cui resistività dipende dalla potenza e dalla resistenza desiderata.

Alle estremità del supporto vengono fissati due anelmetallici stretti mediante una vite o un rivetto, il cui compito, oltre a quello di fissare l'estremità del filo, consiste nel permettere un mezzo di collegamento alla resistenza stessa mediante saldatura. Generalmente, una volta costruite, queste resistenze vengono ricoperte di una speciale vernice, alla quale si fa subire un processo di vetrificazione ad alta temperatura, che ha lo scopo di proteggere il filo ed evitare che le varie spire vengano in contatto tra loro; su tale vernice vengono normalmente stampigliati i valori in ohm ed in watt. Una resistenza tipica, a filo, ad alto wattaggio è illustrata alla **figura 4.**

2 - resistenze variabili, (reostati e potenziometri) aventi un valore di resistenza variabile, da zero al valore massimo: come abbiamo già detto i reostati hanno due soli terminali mentre i potenziometri hanno tre terminali. Essi sono costituiti da una resistenza a filo, avvolta su un supporto isolante che può essere cilindrico o piatto. In qualche caso il cursore è costituito da un anello mobile, provvisto di una vite a pressione regolabile a mano, che può essere spostato nella posizione voluta e fissato eventualmente mediante detta vite (vedi fig. 2 bis). In altri casi invece il supporto, di forma piatta, viene piegato ad anello e montato su un secondo supporto provvisto di un perno o albero solidale col cursore. Alla figura 1 e 2 abbiamo riportato due esemplari di tali resistenze (reostato e potenziometro a filo). Ve ne sono poi altri tipi, cosiddetti chimici, che vedremo tra breve, dettagliatamente.

Resistenze chimiche. Le resistenze a filo di valore ohmico elevato, richiederebbero tale quantità di filo che, in pratica risulterebbero costose ed ingombranti; le resistenze di questo genere vengono realizzate facilmente ed economicamente utilizzando, al posto del filo, del carbone polverizzato e mescolato con sostanze

Fig. 6 - Interpretazione del codice a colori: gli anelli colorati vanno considerati nell'ordine indicato.

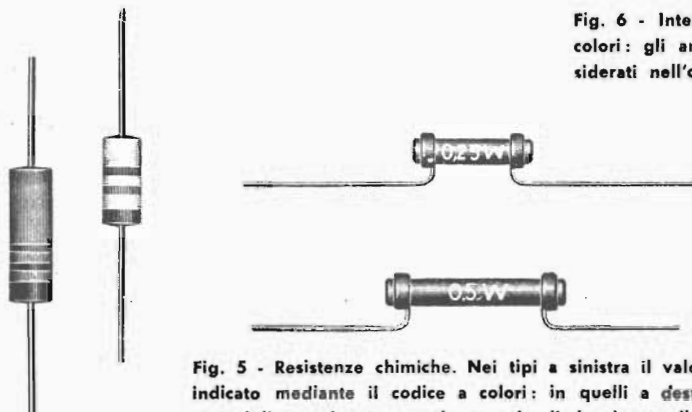



Fig. 5 - Resistenze chimiche. Nei tipi a sinistra il valore è indicato mediante il codice a colori: in quelli a destra è stampigliato sul corpo, così come la dissipazione tollerata. I terminali possono essere tagliati e piegati opportunamente.

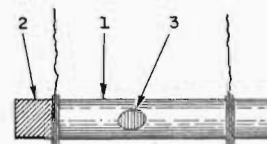
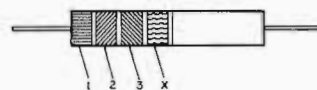



Fig. 7 - Altro sistema di applicazione del codice: i colori sono distribuiti sul corpo, su un terminale, e su un punto centrale, nell'ordine indicato.

conglomeranti. Il rapporto tra la quantità del carbone e quella di dette sostanze determina la resistività per centimetro, ed in tal modo è possibile fabbricare resistenze di vari valori. Esse sono normalmente costituite da un supporto isolante cilindrico (in porcellana o altro materiale analogo) sul quale è depositato uno strato del materiale resistivo. Alle sue estremità vengono poi applicate due capsule metalliche alle quali sono saldati i terminali veri e propri, realizzati in filo di rame, stagnato, rigido.

Le resistenze chimiche attualmente in commercio sono di varie dimensioni e di vari tipi, e, mentre quelle ora descritte, generalmente di produzione europea, sono ricoperte da una vernice protettiva sulla quale è stampato il valore, quelle di produzione americana sono realizzate con un altro sistema, che oggi è stato adottato anche da diverse fabbriche europee. Esse constano di un supporto isolante, internamente forato, contenente la quantità di materiale resistivo necessario per dare il valore di resistenza desiderato. Il foro passante viene poi chiuso dai terminali i quali sono internamente in contatto diretto con la resistenza vera e propria. Su questo tipo di resistenza, oltre al valore che viene espresso mediante un codice a colori, si trova un contrassegno che determina la precisione di detto valore, (approssimazione) ossia la tolleranza denunciata dal fabbricante. Tale contrassegno è costituito da un anello che può essere in colore argento o oro, posto verso una delle estremità del corpo. Se l'anello è di colore oro, la tolleranza è pari a ± 5%, mentre se è d'argento, essa è pari al ± 10%. Ciò significa — in altre parole — che una resistenza da 1000 ohm con anello color oro può avere un valore compreso tra 950 e 1.050, mentre, nel secondo caso, il valore effettivo può essere compreso tra 900 e 1.100 ohm. L'assenza totale del contrassegno di tolleranza significa che la tolleranza stessa è del ± 20%.

Diversi tipi di resistenze chimiche sono illustrati dalla **figura 5.**

CODICE dei COLORI

I moderni apparecchi radio, televisori, strumenti ed altri apparecchi elettronici, utilizzano ovviamente resistenze di vari valori, e, allo scopo di provvedere alla riparazione col massimo risparmio di lavoro e di tempo, è stato necessario permettere al tecnico di riconoscere rapidamente tale valore. Si è stabilito di esprimere il valore mediante i colori, ad ognuno dei quali è stato assegnato un valore numerico come segue:

Nero	**0**
Marrone	**1**
Rosso	**2**
Arancio	**3**
Giallo	**4**
Verde	**5**
Bleu	**6**
Viola	**7**
Grigio	**8**
Bianco	**9**

METODO A (**figura 6**). Si tratta del metodo di sviluppo più recente e più diffuso. Si usa distribuire sul corpo della resistenza 4 anelli colorati i quali, considerati, a partire da una estremità in direzione del centro, indicano il valore ohmico in quanto il numero corrispondente al primo colore indica la prima cifra, quello corrispondente al secondo colore indica la seconda cifra, quella invece corrispondente al terzo colore indica il numero degli zeri da aggiungere alla cifra ottenuta, onde avere il valore effettivo della resistenza, mentre il quarto anello — che può anche essere assente, o, nel caso sia presente, può essere color oro o argento — indica la tolleranza, come detto precedentemente.

Ad esempio, una resistenza di 10.000 ohm avrà, nell'ordine enunciato — ossia da una estremità in direzione del centro — un anello color marrone, uno nero, uno arancio ed infine uno color argento se la tolleranza è del ±10%.

METODO B (**figura 7**). Secondo questo secondo metodo si considera il colore del corpo della resistenza, di un punto presente su di esso, e di un terzo colore presente su una estremità. Il primo indica la prima cifra, il punto la seconda, ed il colore del terminale indica il numero degli zeri; la tolleranza può essere espressa dal colore (argento o oro) presente sull'altra estremità del corpo.

POTENZIOMETRI CHIMICI

I potenziometri chimici sono analoghi a quelli a filo, con l'unica differenza che, essendo destinati all'uso con correnti molto deboli, possono essere di dimensioni notevolmente inferiori.

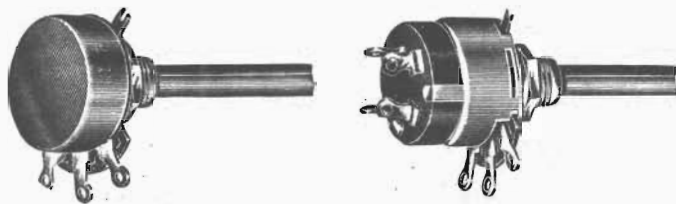



Fig. 8 - Potenziometri chimici o a grafite. La resistenza è racchiusa in un involucro metallico provvisto di linguetta di contatto. Il secondo tipo reca un interruttore azionato dall'albero, la cui rotazione determina lo scatto di apertura e di chiusura.

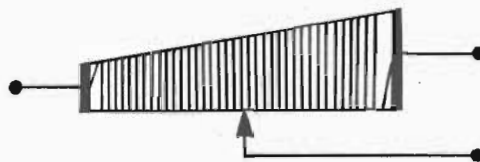
Fig. 9 - La resistenza collocata all'interno di un potenziometro a variazione non lineare si presenta secondo questa esecuzione del supporto. Le spire dell'estremità sinistra, più corte, hanno minore resistenza di quelle all'estremità destra. Variando la forma del supporto si modifica l'andamento della variazione di resistenza.

Essi constano di uno strato di grafite depositato su di un corpo isolante, generalmente cartone bachelizzato, in quantità tale da formare, tra le estremità, il valore ohmico desiderato. Il supporto ha una forma a corona circolare, e, nel punto di inizio, e di fine della resistenza, porta due pagliette che permettono il collegamento mediante saldatura. Esso è inoltre montato su di un secondo supporto che alloggia una bussola portaperno. In essa ruota l'albero centrale che pur essendo solidale col cursore, è isolato da questo. Il cursore, a sua volta, è in contatto con una terza paglietta posta in centro alle altre due, sia mediante un filo avvolto a spirale — in modo da non rompersi a causa delle continue rotazioni — sia mediante un contatto strisciante.

Questo tipo di potenziometro — che può essere utilizzato anche come reostato trascurando il collegamento ad una delle estremità — viene generalmente usato come controllo di tono o di volume nei comuni apparecchi radio, o per scopi speciali in alcuni strumenti elettronici.

I potenziometri a grafite, o chimici, vengono posti in commercio in varie forme e dimensioni, ed alcuni di essi sono detti « con interruttore », in quanto dalla parte opposta a quella dove si estende il perno di comando, portano un dispositivo a scatto che permette l'apertura o la chiusura di un circuito completamente indipendente da quello del potenziometro stesso. Tale dispositivo è realizzato in modo tale che, ruotando il perno in senso antiorario, si determina l'apertura dell'interruttore, e, ruotandolo in senso orario a partire dal punto di fermo, se ne determina la chiusura mediante la rotazione dei primi 20 o 30 gradi: naturalmente, poichè tale parte di rotazione del perno è dedicata soltanto al funzionamento dell'interruttore, si fa in modo che il cursore del potenziometro — il quale si sposta contemporaneamente — scorra su una parte della resistenza coperta da uno strato metallizzato e, in realtà, privo praticamente di resistenza, alla fine del quale ha inizio lo strato resistivo vero e proprio. Quest'ultimo tipo viene usato negli apparecchi radio per abbinare l'interruttore di accensione al comando di volume o a quello del tono.

La **figura 8** illustra un esemplare normale ed un esemplare con interruttore.

La caratteristica più importante dei potenziometri, siano essi a filo o chimici, è che la loro variazione di resistenza in funzione della rotazione in gradi può essere lineare oppure logaritmica o esponenziale.

Nel caso della variazione lineare, lo strato di grafite o l'avvolgimento del filo, sono disposti in modo tale che durante l'intera rotazione dell'albero, e quindi del cursore, che normalmente ammonta a 270°, si verifichi la medesima variazione di resistenza per ogni angolo di rotazione. In altre parole, se si fa ruotare il perno di 15 gradi, corrispondenti ad una variazione di 1.000 ohm, i 15 gradi successivi determinano una variazione di altri 1.000 ohm, per cui una rotazione di 30° corrisponde ad una variazione di 2.000 ohm. Nel caso della variazione logaritma invece, la variazione di resistenza non è direttamente proporzionale alla rotazione in gradi, ossia, mentre all'inizio della rotazione, a partire da una estremità, corrisponde una minima variazione di resistenza, alla medesima rotazione, verso l'altro estremo, corrisponde una variazione molto maggiore. Ciò è stato fatto in quanto, essendo detti potenziometri utilizzati generalmente per il controllo di volume degli apparecchi radio, essi devono seguire l'andamento della sensibilità dell'orecchio umano alla variazione dell'intensità del suono percepito, la quale ha un andamento logaritmico, ossia non lineare.

Nello studio dei vari circuiti, sia degli apparecchi per radiocomunicazioni che delle varie apparecchiature, tra le quali non sono da escludere gli strumenti di misura, troviamo a volte che, per determinati scopi, si utilizzano potenziometri a variazione logaritmica inversa: come abbiamo detto, la variazione di resistenza nei potenziometri logaritmici non è lineare in quanto ad ogni spostamento del cursore corrispondono variazioni diverse di resistenza, e, mentre nei tipi normali detto andamento della variazione è in aumento man mano che il cursore ruota in senso orario, nei tipi a variazione logaritmica inversa esso attua una diminuzione man mano che il cursore ruota, sempre in senso orario, in altre parole, con andamento esattamente opposto a quello che si verifica nei tipi a variazione logaritmica normale.

Negli strumenti di misura si trovano a volte tali tipi di potenziometri, ma a filo invece che chimici, ed il sistema di variazione può, in questo caso, essere ottenuto in due modi: il primo consiste nel cambiare la sezione del filo costituente la resistenza, lungo i vari tratti, ed il secondo invece nel variare la forma del

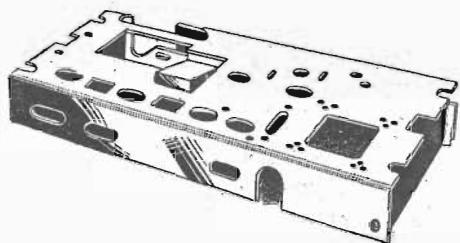



Fig. 10 - Aspetto di un telaio o « chassis » prima del montaggio. I fori di varie forme e misure sono predisposti per il montaggio dei componenti più ingombranti. I componenti di minori dimensioni (resistenze, condensatori, ecc.), vengono a far parte del cablaggio e restano opportunamente collocati al di sotto dello « chassis ».

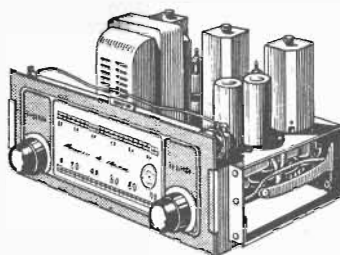



Fig. 11 - Telaio di un ricevitore montato. Sono visibili le valvole ed i trasformatori. I componenti minori che completano i vari circuiti sono invece all'interno.

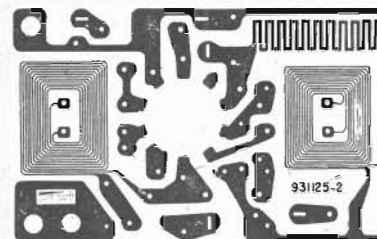



Fig. 12 - Circuito stampato. I collegamenti sono costituiti da settori di rame ricavati con procedimento fotochimico su una basetta. I componenti sono fissati tra i fori con saldatura a stagno.

supporto isolante sul quale esso è avvolto, facendo in modo che il suo sviluppo, normalmente rettangolare, abbia invece una forma triangolare. In tal modo, come mostra la **figura 9**, la variazione di resistenza man mano che il cursore si sposta verso l'estremità più alta aumenta, e viceversa.

IL TELAIO o CHASSIS

Qualsiasi apparecchiatura elettronica, semplice o complessa, viene normalmente montata su di un telaio, altrimenti detto chassis; esso ha il compito di raggruppare tutti i componenti di maggior peso e volume, affinchè costituiscano una struttura rigida che ospita — all'interno ed all'esterno — i collegamenti elettrici nonchè i componenti minori che nell'assieme costituiscono il circuito.

La tecnica costruttiva del telaio deve considerare in primo luogo la massima economia di spazio, al fine di poter collocare gli organi ad una minima distanza tra loro, evitando collegamenti troppo lunghi, pur realizzandosi un montaggio razionale che consenta cioè di accedere ai vari componenti con una certa comodità.

I telai in commercio — e quelli utilizzati dalle fabbriche per i loro diversi apparecchi — sono di vari tipi e dimensioni, a seconda dell'uso: nelle realizzazioni economiche sono generalmente di alluminio o di leghe di tale metallo, ottenendosi un peso minimo, ed una certa facilità di lavorazione, in quanto l'alluminio si presta alla foratura ed alla piegatura meglio di altri metalli più duri. Nelle apparecchiature di una certa consistenza, come ad esempio amplificatori, televisori, radar, ecc. si preferisce l'uso di chassis in ferro la cui rigidità permette maggiore stabilità meccanica d'assieme e l'impiego dei componenti più pesanti che si richiedono in tal caso, quali grossi trasformatori, ampi pannelli di comando, ecc.

Data la facilità con cui il ferro si ossida, il telaio viene protetto con cadmiatura, nichelatura, o verniciatura.

La figura 10 mostra un telaio prima del montaggio e la **figura 11,** due telai montati, visti dal di sopra: è facile notare la disposizione dei diversi componenti fissati con viti, oppure con rivetti o ribattini — sia direttamente, sia a mezzo di opportune squadrette — mentre all'interno si hanno i vari collegamenti diretti o indiretti attraverso componenti, quali condensatori, resistenze ecc. componenti che impareremo a conoscere singolarmente quanto prima.

Una delle cose più difficili da apprendere, sebbene in apparenza semplice, nello studio dell'elettronica, è la progettazione di un telaio, in quanto essa è possibile solo quanto siano state acquisite tutte le cognizioni relative alle relazioni e influenze reciproche tra i vari componenti. La miniaturizzazione di questi ultimi, ottenuta recentemente attraverso notevoli perfezionamenti, ha permesso la realizzazione di speciali telai che, oltre a costituire un supporto rigido per i componenti, costituiscono il circuito stesso. Si tratta di « circuiti stampati », realizzati su supporti di materiale isolante sul quale, mediante un procedimento fotochimico, viene riprodotto l'intero circuito ricavandolo, con una buona parte dei collegamenti principali, da una preesistente, sottile lastra metallica.

In questo caso, ogni collegamento termina con un foro praticato nella piastra di supporto, nel quale foro si introduce il terminale del componente da collegare in quel punto; segue la fase di saldatura che, industrialmente, viene realizzata in un'unica operazione, secondo nuove tecniche. Tali tipi di circuiti, due dei quali sono visibili in **figura 12,** hanno segnato un'epoca nella storia dell'elettronica in quanto hanno permesso una enorme riduzione del tempo necessario per il montaggio di un apparecchio, riducendo contemporaneamente il costo e la possibilità di guasti, ma per il momento il loro impiego è limitato alle apparecchiature di dimensioni ridotte, come ad esempio piccoli apparecchi radio portatili, piccoli radiotrasmettitori, amplificatori per deboli di udito; recentemente si è esteso l'impiego a parti di televisori ed a registratori.

Questo nuovo indirizzo industriale dei circuiti stampati, sarà oggetto di una apposita lezione del nostro Corso.

INTERRUTTORI - DEVIATORI - COMMUTATORI

Compito di un « interruttore », come dice la parola stessa, è di *interrompere* il passaggio di una corrente elettrica: oltre alla sola azione di « interrompere », si presenta spesso la necessità, per determinate ragioni, di inviare detta corrente alternativamente ad un conduttore o ad un altro, e questo semplice compito spiega di per se il funzionamento del « deviatore ». Vedremo

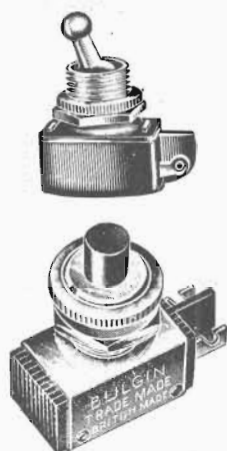



Fig. 13 - Piccoli interruttori. Lo scatto di una levetta, o la pressione su di un pulsante, determina la chiusura del contatto tra le due linguette laterali.

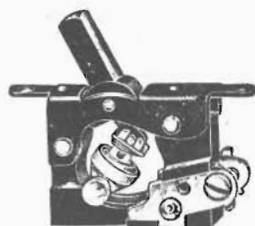



Fig. 14 - Due tipi di deviatori, di cui uno a 2 vie con un contatto in comune, ed uno a 2 vie con contatti indipendenti.

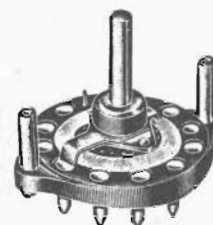



Fig. 15 - Commutatore rotante a molteplici posizioni, per correnti di media intensità.

anche come, assai spesso, sia necessario disporre di un dispositivo che permetta di inviare la medesima corrente su vari conduttori, contemporaneamente o separatamente; per ottenere ciò si impiegano accessori analoghi ai deviatori, ma più complessi, detti normalmente « commutatori ». Quanto segue chiarirà meglio i concetti ora esposti.

Interruttori. Si intende, per interruttore, un dispositivo che, munito di due contatti separati, permette, mediante il funzionamento di una leva o di altro, sia di mettere questi ultimi in unione tra loro, che — con operazione inversa — isolarli.

La **figura 13** mostra alcuni tipi di interruttori nei quali appare evidente quanto si è detto: come si vede, essi presentano una notevole analogia con quelli usati nei comuni impianti di illuminazione per accendere o spegnere una lampadina o qualsiasi altro dispositivo azionato dalla corrente elettrica, ed i tipi usati in elettronica hanno l'unica differenza di essere realizzati in forme adatte al montaggio su pannelli, quadri di comando o chassis, secondo una estetica conforme a tali apparecchiature.

Gli interruttori più comuni sono a pulsante o a leva; la speciale forma di questi ultimi determina la definizione di « interruttori a pallina » o a « levetta ». Il contatto tra i due *poli* viene stabilito da un corpo metallico che, grazie alla pressione della molla azionata dalla leva esterna, si sposta con un scatto più o meno accentuato, stabilendo il dovuto contatto oppure togliendolo. Si hanno anche, assai spesso, interruttori rotativi, azionati cioè con la rotazione di un perno, generalmente per un angolo di 30°.

Deviatori. Come si è detto precedentemente, i deviatori vengono impiegati per *deviare* una corrente da un conduttore ad un altro. Nella **figura 14** si può notare la forma di un paio di tipi, nei quali sono presenti tre o quattro contatti: nel primo caso la parte mobile azionata dalla leva a molla costituisce il cosidetto polo « comune » in quanto porta la corrente da deviare, mentre gli altri due, scelti dalla posizione assegnata alla leva stessa, costituiscono le due linee di utilizzazione.

Nel secondo caso invece la parte mobile è indipendente, ossia essa non deve essere direttamente collegata, bensì ha il compito di mettere in contatto tra loro le coppie di contatti opposti. Se ognuna di dette coppie ha un contatto in comune con uno dell'altra, il dispositivo è un vero e proprio deviatore, mentre se le due coppie sono isolate tra loro il dispositivo può essere considerato un « commutatore », in grado cioè di chiudere o un circuito o un altro, sia questo parte del primo o indipendente.

Per meglio rendere l'idea, possiamo rilevare l'analogia con gli impianti di illuminazione domestica anche in questo caso; è infatti facile notare in certe installazioni, specie nel caso del lampadario multiplo, un deviatore utilizzato per accendere la sola lampadina centrale, oppure le lampadine montate intorno a questa ultima.

Commutatori. Come il termine stesso indica, il commutatore viene utilizzato per *commutare* una corrente su due o più linee, oppure, nel caso di commutatore complesso, per commutare più correnti su più linee.

A differenza del deviatore, esso consiste di un supporto centrale mobile, detto *rotore*, munito di uno o più contatti, a seconda dei casi, e di una serie di contatti periferici, costituenti lo *statore*, presentante tutti i contatti relativi alle varie linee. Nel caso del commutatore è necessario chiarire i concetti di *via* e di *posizione*: si intende per via una linea in grado di essere inserita, e per posizione lo scatto che determina l'inserimento di una linea. Per questo motivo esistono commutatori a più vie ed a più posizioni. Ad esempio, un commutatore a due posizioni e due vie può commutare due correnti diverse ed ognuna su due linee, e così, un commutatore a cinque vie e otto posizioni può commutare cinque correnti diverse ed ognuna su otto linee.

Come nel caso degli interruttori e dei deviatori, i commutatori vengono posti in commercio in varie forme e dimensioni; le **figure 15** e **16** illustrano due tipi tra i più correnti.

Una caratteristica comune a tutti questi organi è la necessaria sicurezza di contatto, determinata dalla natura dei metalli impiegati e dal sistema di contatto, nonchè dell'atrito e dalla pressione dei contatti mobili nei confronti di quelli fissi.

Le dimensioni dipendono generalmente dalla *tensione* che tali dispositivi devono poter sopportare senza dare luogo a scariche o a scintillio, e dalla *corrente* che li attraversa. Infatti, si noterà che un interruttore

Fig. 16 — Commutatore ad una sezione, con 2 vie a 5 posizioni.

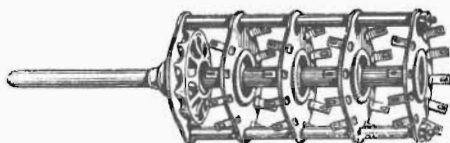
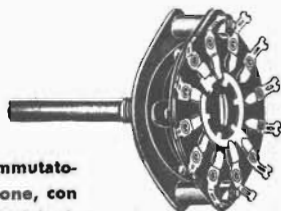



Fig. 17 - Commutatore rotante a 4 sezioni.

Fig. 19 - Presa per spinotti a « jack ». Vi sono vari tipi, con o senza chiusura o apertura automatica di circuiti.

Fig. 18 - Spinotto a « jack »: la punta è isolata dal corpo, e costituisce, con questo, i due contatti.

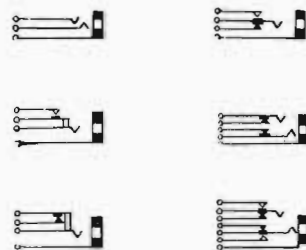



Fig. 20 - Schematicamente le prese per spinotti a « jack » vengono così disegnate. L'inserimento dello spinotto determina lo spostamento delle mollette di contatto, le quali azionano altri contatti con esse solidali.

o un deviatore o infine un commutatore, che debbano sopportare tensioni di qualche centinaio di volt, hanno caratteristiche meccaniche differenti da quelli destinati a sopportare tensioni molto inferiori. Infine quelli per alte tensioni, dell'ordine di migliaia di volt, sono montati su rotori e statori in ceramica o in steatite, ad alto coefficiente di isolamento.

Analogamente, per correnti deboli, si usano contatti piccoli ed a bassa pressione, mentre nel caso di correnti notevoli i contatti sono di dimensioni maggiori, ossia più massicci, e la pressione di contatto è maggiore, con un conseguente aumento dello sforzo meccanico necessario per effettuare la commutazione o scatto.

I migliori commutatori presentano i contatti in metallo argentato o addirittura in lega di argento, al fine di assicurare la minima resistenza elettrica, resistenza che sarebbe nociva se elevata, e di evitare, per quanto possibile, l'ossidazione dovuta alle scintille che si producono all'atto della chiusura o dell'apertura di un circuito nel quale sta circolando corrente.

Alcuni commutatori, dei tipi più complessi, come quello mostrato in **figura 17**, sono realizzati in diverse sezioni o piani, i quali sono costituiti da statori uniti tra loro da lunghe viti con opportuni distanziatori sì da permettere una sufficiente rigidità del dispositivo, e da rotori coassiali (liberi di muoversi ognuno rispetto al proprio statore, ma azionati tutti contemporaneamente dal medesimo albero di rotazione).

Le applicazioni di questi componenti sono innumerevoli nel campo della elettronica, e non mancheremo di constatarne l'utilità man mano che ci addentreremo nello studio delle realizzazioni pratiche.

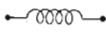
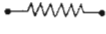
IL JACK

Tra i vari accessori il jack occupa un posto importante in quanto permette l'inserzione (collegamento) ed il distacco di un organo esterno al circuito raggruppato sul telaio, mediante una rapida azione di inserimento o di estrazione nei confronti di una apposita presa. Esso è costituito essenzialmente da un corpo metallico cilindrico, internamente forato. In detto cilindro si trova coassialmente un altro cilindro, di materiale isolante, a sua volta forato, ove alloggia un secondo conduttore che fa capo esternamente una sfera costituente il secondo polo. All'altra estremità si trova la cosiddetta impugnatura — che può essere in metallo o in materiale isolante — ed il cui compito, oltre a quello denunciato dal suo stesso nome, consiste nel proteggere e racchiudere i punti di collegamento del cavo che si allaccia all'organo esterno. Questo tipo di spina, analogo alla banana, ma che si differenzia da questa in quanto è bipolare, è molto utile per il collegamento di cavi schermati dei quali continua la funzione perchè la parte esterna se metallica agisce da schermo nei confronti di quella interna. La **figura 18** riporta due esecuzioni di spina a jack tra le più correnti.

La presa alla quale il jack deve essere collegato viene normalmente fissata al telaio o ad un pannello, ed il suo aspetto normale è illustrato nella **figura 19**; si notano, il dado di fissaggio con l'apposita bussola, la squadretta di supporto, e le mollette di contatto, una delle quali preme sulla parte metallica esterna della spina, mentre l'altra preme sulla sfera terminale della stessa stabilendo così il contatto col conduttore centrale.

I diversi impieghi di questo tipo di spina ne hanno resa necessaria la costruzione in vari modelli. In alcuni di essi si hanno tre o anche quattro contatti contemporaneamente e la presa corrispondente ha altrettante mollette di contatto che agiscono sui vari segmenti terminali isolati tra loro.

Poichè in certi casi è necessario che un circuito sia chiuso attraverso l'organo esterno quando il jack è inserito nella presa, e cortocircuitato quando esso è disinserito, alcune prese hanno dei dispositivi speciali i quali, sfruttando l'elasticità delle mollette di contatto, fanno sì che queste si trovino a contatto con una altra fissa quando il jack è disinserito, e ne vengano allontanate quando invece esso viene inserito. La **figura 20** illustra schematicamente alcune prese che si differenziano appunto per le varie combinazioni di commutazione verificantesi con l'inserimento dello spinotto.

E' importante osservare che, sfruttando il medesimo principio, è possibile realizzare dei tipi di interruttori o di deviatori o infine di commutatori multipli, costituiti da una presa a jack nella quale la spina, inseribile a diverse profondità, permette l'apertura e la chiusura di vari circuiti contemporaneamente o successivamente.

SIMBOLI - ABBREVIAZIONI

d.d.p. = differenza di potenziale
f.e.m. = forza elettro motrice
H = quantità di calore in Joule
I = corrente (in μA, mA, A)
J = Joule — misura della quantità di elettricità
kV = chilovolt = 1.000 volt
kΩ = chilo ohm = 1.000 ohm
log. = logaritmo in base 10
mA = milliampere = 1/1.000 di ampere
mV = millivolt = 1/1.000 di volt
MΩ = Megaohm = 1.000.000 di ohm
Ohm = unità di resistenza
Q = Coulomb, unità della quantità di elettricità
R = resistenza (in μohm, ohm, kohm, Mohm)
t = unità di tempo in secondi
V = tensione (in μV, mV, V, kV)
W = Watt — unità di potenza dissipata
+ = Segno positivo
— = Segno negativo
μ = (mu) Micro = 1/1.000.000 dell'unità che segue
μμ = (mu mu) Micro-micro = 1/1.000.000 di μ
Ω = (omega) Ohm

FORMULE

$H = RI^2 \times t$
$Q = I \times t$
$W = R \times I^2$

SEGNI SCHEMATICI

= Pila ad 1 elemento
= Batteria di pile a 4 elementi
= Bobina con nucleo ad aria
= Resistenza fissa
= Reostato
= Potenziometro
= Interruttore semplice
= Interruttore bipolare (due vie)
= Deviatore semplice
= Deviatore bipolare (due vie)
= Commutatore 1 via, 3 posizioni
= Commutatore 2 vie, 3 posizioni

DOMANDE sulle LEZIONI 4ª e 5ª

N. 1 -
A cosa si possono paragonare una carica positiva e una carica negativa? In quale caso un corpo è considerato neutro?

N. 2 -
Cosa si intende per «molecola» e per «atomo»?

N. 3 -
Come si suddivide un atomo?

N. 4 -
Cosa è un «ione»?

N. 5 -
Quale è la differenza tra corpi conduttori e corpi isolanti? Esiste una linea netta di divisione tra dette due categorie?

N. 6 -
Quale è la legge che governa i rapporti tra cariche elettriche analoghe e cariche opposte?

N. 7 -
Cosa si intende per «proporzione inversa»?

N. 8 -
Cosa è un «campo elettrico»?

N. 9 -
In cosa consiste il passaggio di una «corrente elettrica»?

N. 10 -
A cosa equivale la corrente di 1 ampère?

N. 11 -
Cosa si intende per «tensione»?

N. 12 -
Cosa è la resistenza? Quale è la sua unità di misura? A cosa equivale quest'ultima?

N. 13 -
A quale coefficiente equivalgono i prefissi «k», «M», e «micro»?

N. 14 -
Cosa si intende per «reostato» e per «potenziometro»?

N. 15 -
A cosa equivale la «potenza elettrica» in funzione della resistenza e della corrente? Come si misura?

N. 16 -
In quale senso scorre la corrente elettrica in un generatore? E in quale senso scorre in un circuito esterno?

N. 17 -
Quale è il valore di una resistenza contrassegnata con quattro colori nel seguente ordine: rosso, verde, giallo, oro?

N. 18 -
Quali sono i colori di una resistenza da 50 kohm?

N. 19 -
Cosa si intende per «deviatore»?

N. 20 -
Quale è il compito di un «commutatore»?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 17

N. 1 - Due: la frequenza e l'ampiezza.

N. 2 - Per ampiezza si intende la distanza tra picco e picco di due semionde di segno contrario, ed in senso perpendicolare all'asse del tempo. Per frequenza si intende il numero delle vibrazioni che hanno luogo nell'unità di tempo.

N. 3 - Una semionda equivale alla metà di un ciclo. Essa può essere positiva o negativa.

N. 4 - Solo le onde elettriche.

N. 5 - Allorchè una semionda segue nella sua formazione un determinato andamento armonico, e la semionda successiva è opposta alla prima e ad essa simmetrica.

N. 6 - Le frequenze limite sono 16 Hz e 20.000 Hz.

N. 7 - B.F. = Bassa Frequenza, ossia la gamma delle frequenze che possono essere percepite dall'orecchio umano. A.F. = Alta Frequenza, ossia tutte le frequenze maggiori di 20 kHz.

N. 8 - Allorchè si trova in presenza di onde la cui frequenza corrisponde alla sua frequenza di risonanza.

N. 9 - La distanza tra due punti simmetrici di due cicli nella loro rappresentazione grafica, ovvero la distanza tra il punto di inizio e quello di fine di un ciclo completo.

N. 10 - $= \frac{300.000}{\text{Frequenza}}$

N. 11 - Un'onda portante è un'oscillazione destinata a variare in funzione di un segnale detto « modulante ».

N. 12 - La modulazione consiste nella sovrapposizione di un'onda (modulante) ad un'altra onda (portante) determinando così una variazione nelle caratteristiche di quest'ultima.

N. 13 - Un'onda modulata è un'onda portante la cui ampiezza, frequenza o fase viene variata in seguito alla modulazione.

N. 14 - Per rivelazione si intende la separazione della frequenza modulante dall'onda portante, ad opera di un dispositivo detto « rivelatore » o « detector ».

N. 15 - Una espressione costituita da un numero, detto « base », e da un « esponente ». Il numero deve essere moltiplicato per se stesso tante volte quante ne indica l'esponente.

N. 16 - a 64, 81, 25, 7, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1.000}$, $\frac{1}{100.000}$, $\frac{1}{27}$.

N. 17 - Il mutamento della sua direzione nel suo spostamento attraverso lo spazio, dovuto al passaggio da un mezzo ad un altro, come ad esempio dall'atmosfera alla stratosfera.

N. 18 - La sua deviazione intorno ad un corpo che si trova sul suo percorso; ad esempio, una montagna.

N. 19 - In corrispondenza delle più basse.

N. 20 - Il saldatore normale ed il saldatore istantaneo: il secondo, a differenza del primo, viene alimentato dalla corrente soltanto nei momenti in cui funziona.

TABELLA 11 - CODICE a COLORI dei VALORI OHMICI più COMUNI

RESISTENZA OHM	PRIMA FASCIA (CORPO)	SEC. FASCIA (ESTREMITÀ)	TERZA FASCIA (PUNTO)
100	marrone	nero	marrone
200	rosso	nero	marrone
250	rosso	verde	marrone
300	arancione	nero	marrone
400	giallo	nero	marrone
500	verde	nero	marrone
750	viola	verde	marrone
1.000	marrone	nero	rosso
1.500	marrone	verde	rosso
2.000	rosso	nero	rosso
2.500	rosso	verde	rosso
3.000	arancione	nero	rosso
3.500	arancione	verde	rosso
4.000	giallo	nero	rosso
5.000	verde	nero	rosso
6.000	azzurro	nero	rosso
8.000	grigio	nero	rosso
9.000	bianco	nero	rosso
10.000	marrone	nero	arancione
12.000	marrone	rosso	arancione
15.000	marrone	verde	arancione
17.000	marrone	viola	arancione
20.000	rosso	nero	arancione
25.000	rosso	verde	arancione
30.000	arancione	nero	arancione
40.000	giallo	nero	arancione
50.000	verde	nero	arancione
60.000	azzurro	nero	arancione
75.000	viola	verde	arancione
100.000	marrone	nero	giallo
150.000	marrone	verde	giallo
200.000	rosso	nero	giallo
250.000	rosso	verde	giallo
300.000	arancione	nero	giallo
400.000	giallo	nero	giallo
500.000	verde	nero	giallo
1 Mohm	marrone	nero	verde
1,5 Mohm	marrone	verde	verde
2 Mohm	rosso	nero	verde
2,5 Mohm	rosso	verde	verde
3 Mohm	arancione	nero	verde
4 Mohm	giallo	nero	verde
5 Mohm	verde	nero	verde

Le tabelle riportate nel presente fascicolo sono, secondo quanto detto all'inizio della terza lezione, per la maggior parte attinenti agli argomenti in esso considerati.

L'utilità della tabella 11 consiste nella praticità d'uso in quanto, essendo in essa elencati i valori più correnti delle resistenze impiegate in radiotecnica, è sufficiente una rapida osservazione per determinare la colorazione di una certa resistenza, e viceversa — se necessario — il valore incognito sulla scorta dei colori. Una simile tabella risulta pertanto di grande aiuto in laboratorio, in particolare a chi non ha ancora acquisito la pratica occorrente ad individuare immediatamente i valori resistivi.

La tabella 12 elenca i colori adottati nei rispetti dei relativi valori e, a seconda del loro ordine progressivo e della loro posizione reciproca sul corpo della resistenza, metterà il lettore in grado di riconoscerne il valore.

La tabella 13 sintetizza invece il metodo del codice a colori in base al quale vengono contraddistinte le resistenze nel loro valore ohmico.

La tabella 14 consente di determinare a priori in milliampère la massima corrente che può scorrere in una resistenza avente un dato valore di dissipazione in Watt, ossia la massima corrente ammissibile senza che si produca in essa una temperatura tale da deteriorarla.

TABELLA 12 -

CODICE dei COLORI per RESISTENZE

Esempi: una resistenza i cui anelli colorati hanno il seguente ordine iniziando dall'estremità: arancio, verde, rosso, argento, ha un valore di 3.500 ohm, ed una tolleranza del 10%. Il suo valore è quindi compreso tra 3.150 e 3.850 ohm. Analogamente, una resistenza avente il corpo verde, i terminali rossi, ed un punto giallo nel corpo, ha un valore di 520.000 ohm.

COLORE	FASCIA A (prima cifra)	FASCIA B (seconda cifra)	FASCIA C (fattore di moltiplicazione)	FASCIA D (tolleranza)
Nero	0	0	1	—
Marrone	1	1	10	—
Rosso	2	2	100	—
Arancio	3	3	1.000	—
Giallo	4	4	10.000	—
Verde	5	5	100.000	—
Bleu	6	6	1.000.000	—
Viola	7	7	10.000.000	—
Grigio	8	8	100.000.000	—
Bianco	9	9	1.000.000.000	—
Oro	-	-	—	5%
Argento	-	-	—	10%
Nessuno	-	-	—	20%

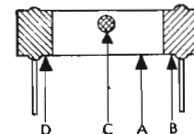
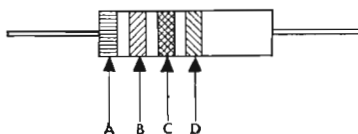



TABELLA 13 -

DISPOSIZIONE dei COLORI nel CODICE per RESISTENZE

RESISTENZE CON TERMINALI COASSIALI	COLORE	RESISTENZE CON TERMINALI LATERALI
Fascia A	Indica la prima cifra significativa in Ohm	Corpo A
Fascia B	Indica la seconda cifra significativa	Estremità B
Fascia C	Indica il fattore decimale di moltiplicazione	Fascia C o punto
Fascia D	Se è presente, indica la percentuale di tolleranza. Se manca, la tolleranza è del 20%.	Estremità D

N.B. Le resistenze a bassa potenza avvolte con filo isolato hanno terminali coassiali ed il valore è contrassegnato in codice secondo il sistema della figura di sinistra, con la sola differenza che la larghezza della zona A è doppia.

TABELLA 14 - CORRENTE MASSIMA in milliampère AMMISSIBILE in una RESISTENZA

VALORE di R	1/8 W	1/4 W	1/2 W	1 W	2 W	3 W	5 W	10 W	20 W
50	50	71	100	143	200	244	316	450	630
100	35	50	70	100	142	173	224	316	448
150	28	40	58	83	116	141	182	260	365
200	24	35	50	71	100	122	158	225	316
250	22	31,5	44,8	63	90	110	142	203	284
300	20	29	41	58	82	100	128	183	256
350	18	27	38	54	76	92	120	169	240
400	17,5	25	35,5	50	71	86	112	158	224
450	16,5	23	33,4	46	67	81	104	149	208
500	15,6	22	31,5	44	63	77	100	142	200
600	14,2	20	29	41	58	70	91	130	182
700	13,2	18,7	26,6	37,8	53	65	84	120	168
800	12,4	17,7	25	35,2	50	60,9	79	115	158
900	11,8	16,7	23,6	34,3	46	57,6	74	108	148
1.000	11	15,8	22,4	31,5	45	54	71	100	142
1.500	9	12,9	18,2	25,5	36,5	44	58	82	116
2.000	7,8	11	15,8	22,4	31,5	38	50	71	100
2.500	7	10	14,2	20	28,5	34	45	64	90
3.000	6,4	9,1	13	18,3	26	31	41	58	82
3.500	6,0	8,4	11,9	16,7	24	29,2	37,4	54	75
4.000	5,5	7,9	11,2	15,8	22,4	27	35	50	70
4.500	5,2	7,4	10,4	15,1	21,1	25,8	33,1	48	66
5.000	5	7,1	10	14,2	20	24	32	45	57
6.000	4,5	6,4	9,1	13,6	18,3	22,3	28,8	42	64
7.000	4,2	6,0	8,4	11,8	16,8	21,4	26,6	37	53
8.000	3,8	5,5	7,9	11,1	15,8	19,3	24,9	34	50
9.000	3,7	5,2	7,5	10,4	14,8	18,2	23,5	32,5	46
10.000	3,5	5	7,1	10	14.2	17	22	31,6	44
11.000	3,4	4,7	6,7	9,4	13,4	16,4	21,2	29,2	42,4
12.000	3,2	4,5	6,5	9,0	12,9	15,8	20,7	28	41,0
13.000	3,1	4,35	6,1	8,7	12,4	15,1	19,5	27,1	39,0
14.000	3,0	4,25	6,0	8,4	11,9	14,6	18,8	26,4	37,5
15.000	2,8	4,13	5,8	8,1	11,6	14	18	26	36
16.000	2,75	3,9	5,7	7,9	11,2	13,7	17,6	25	35
17.000	2,70	3,7	5,6	7,6	10,8	13,3	17,0	24,2	34
18.000	2,62	3,65	5,45	7.4	10,5	12,9	16,5	23,6	33
19.000	2,56	3,60	5,20	7,2	10,2	12,5	16,2	23,0	32,5
20.000	2,5	3,5	5	7,1	10	12	16	22,5	32
25.000	2,2	3,1	4,4	6,3	8,9	11	14	20	28
30.000	2,05	2,9	4,1	5,8	8,2	10	13	18,3	26
40.000	1,75	2,5	3,5	5	7	8,6	11	15,8	22
50.000	1,58	2,2	3,1	4,4	6,1	7,7	9,8	14,2	20
75.000	1,29	1,83	2,6	3,6	5,2	6,3	8	11,4	16
100.000	1,1	1,58	2,2	3,1	4,5	5,4	7	10	14
150.000	0,9	1,29	1,81	2,6	3,6	4,4	6	8,2	12
200.000	0,78	1,1	1,58	2,2	3,1	3,8	5	7,1	10
250.000	0,7	1	1,42	2	2,8	3,7	4,5	6,4	9
300.000	0,65	0,9	1,3	1,8	2,6	3,1	4.1	5,8	8,2
400.000	0,57	0,78	1,12	1,57	2,2	2,7	3,5	5	7
500.000	0,49	0,7	1	1,4	2	2,4	3,15	4,5	6,3
1 MΩ	0,35	0,49	0,7	1	1,4	1,7	2,2	3,16	4,4
2 MΩ	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,2	1,6	2,25	3,2
5 MΩ	0,15	0,23	0,3	0,46	0,6	0,8	1	1,42	2
10 MΩ	0,1	0,15	0,23	0,3	0,5	0,6	0,7	1	1,4

TABELLA 15 - TAVOLA PERIODICA degli ELEMENTI

ELEMENTO	SIMBOLO	N. atomico	PESO atomico
Afnio	Hf	72	178,6
Alluminio	Al	13	26,98
Americio	Am	95	243
Antimonio	Sb	51	121
Argento	Ag	47	107,8
Argon	A	18	39,94
Arsenico	As	33	74,91
Astatine	At	85	211
Attinio	Ac	89	227
Azoto	N	7	14,00
Bario	Ba	56	137,3
Berillio	Be	4	9,02
Berkelio	Bk	97	249
Bismuto	Bi	83	209
Boro	B	5	10,82
Bromo	Br	35	79,91
Cadmio	Cd	48	112,4
Calcio	Ca	20	40,08
Californio	Cf	98	249
Carbonio	C	6	12,01
Cerio	Ce	58	140,1
Cesio	Cs	55	132,9
Cloro	Cl	17	35,45
Cobalto	Co	27	58,94
Columbio	Cb	41	92,94
Cripton	Kr	36	83,8
Cromo	Cr	24	52,01
Curio	Cm	96	245
Deuterio	D	1	2,014
Disprosio	Dy	66	162,4
Einstenio	E	99	254
Elio	He	2	4,003
Erbio	Er	68	167,2
Europium	Eu	63	152
Fermio	Fm	100	255

ELEMENTO	SIMBOLO	N. atomico	PESO atomico
Fluoro	F	9	19
Ferro	Fe	26	55,85
Fosforo	P	15	30,97
Francio	Fr	87	223
Gallio	Ga	31	69,72
Gadolinio	Gd	64	156,9
Germanio	Ge	32	72,60
Idrogeno	H	1	1,008
Indio	In	49	114,7
Iodio	I	53	126,9
Iridio	Ir	77	192,2
Itterbio	Yb	70	173,0
Ittrio	Y	39	88,92
Lantanio	La	57	138,9
Litio	Li	3	6,940
Lutezio	Lu	71	174,9
Magnesio	Mg	12	24,32
Manganese	Mn	25	54,94
Mendelevio	Mv	101	256
Mercurio	Hg	80	200,6
Molibdeno	Mo	42	95,95
Neodimio	Nd	60	144,2
Neon	Ne	10	20,18
Nettunio	Np	93	237
Nichel	Ni	28	58,69
Niobio	Nb	41	92,91
Nobelio	No	102	253
Olmio	Ho	67	164,9
Oro	Au	79	197,2
Osmio	Os	76	190,2
Ossigeno	O	8	16
Palladio	Pd	46	106,7
Piombo	Pb	82	207,2
Platino	Pt	78	195,2
Plutonio	Pu	94	242

ELEMENTO	SIMBOLO	N. atomico	PESO atomico
Polonio	Po	84	210
Potassio	K	19	39,1
Praseodimio	Pr	59	140,9
Prometio	Pm	61	145
Protattinio	Pa	91	231
Radio	Ra	88	226,05
Radon	Rn	86	222
Rame	Cu	29	63,54
Renio	Re	75	186,3
Rodio	Rh	45	102,9
Rubidio	Rb	37	85,48
Rutenio	Ru	44	101,7
Samario	Sm	62	150,4
Scandio	Sc	21	44,96
Selenio	Se	34	78,96
Silicio	Si	14	28,09
Sodio	Na	11	22,99
Stagno	Sn	50	118,7
Stronzio	Sr	38	87,63
Tallio	Tl	81	204,3
Terbio	Tb	65	158,93
Tantalio	Ta	73	180,95
Tecnicio	Tc	43	99
Tellurio	Te	52	127,6
Titanio	Ti	22	47,90
Torio	Th	90	232
Tritio	T	1	3,017
Tulio	Tm	69	168,4
Tungsteno	W	74	183,9
Uranio	U	92	238
Vanadio	V	23	50,95
Xeno	Xe	54	131,3
Zinco	Zn	30	65,38
Zirconio	Zr	40	91,22
Zolfo	S	16	32,06

La tabella sopra riportata elenca, in ordine alfabetico, tutti gli elementi puri fino ad oggi noti. A lato di ognuno di essi è riportato il simbolo universalmente adottato per accordi internazionali (generalmente esso è ricavato dalle iniziali della denominazione corrispondente in lingua latina), nonchè il numero atomico ed il peso atomico. Il primo numero, come è stato detto nel testo della quarta lezione, rappresenta la quantità di elettroni contenuti in un atomo dell'elemento stesso, mentre il secondo numero indica il peso atomico, riferito al peso di un atomo di Idrogeno che viene adottato a tale scopo come unità di misura.

Oltre a ciò, continuando la serie di tabelle di conversione delle unità inglesi in unità decimali, pubblichiamo le tabelle 16, 17, 18 e 19 che consentono rispettivamente di convertire i volumi in pollici cubi in valori corrispondenti in cm cubi, e viceversa, ed i valori di capacità espressi con le unità inglesi nei valori corrispondenti nelle unità decimali, e viceversa. Tali tabelle possono essere facilmente estese ad altri valori inferiori o superiori non contemplati in esse, in quanto è sufficiente moltiplicare o dividere qualsiasi valore base ed il suo corrispondente per il medesimo numero. Se ad esempio un pollice cubo equivale a 16,38 cm^3, la decima parte di un pollice cubo sarà pari a 1,638 cm^3. In tal modo è possibile determinare anche valori intermedi, come ad esempio quello di 1,5 pollici cubi: il valore corrispondente sarà infatti la decima parte del valore corrispondente a 15 pollici cubi. Analogamente, 62 pinte corrispondono a $50 + 12$ pinte, e, in litri, a $28{,}412 + 6{,}819 = 35{,}231$; viceversa 2,5 litri corrispondono a $0{,}50 \times 5$, e quindi a 0,880 pinte per 5, ossia 4,400 pinte.

CONVERSIONE POLLICI cubi in CENTIMETRI cubi
CONVERSIONE CENTIMETRI cubi in POLLICI cubi

TABELLA 16

POLLICI³	cm³
1/64	0,254
1/32	0,509
1/16	1,024
1/8	2,048
1/4	4,097
1/2	8,194
1	16,387
2	32,774
3	49,161
4	65,548
5	81,936
6	98,323
7	114,710
8	131,097
9	147,484
10	163,871
11	180,258
12	196,645
13	213,032
14	229,419
15	245,807
16	262,194
17	278,581
18	294,968
19	311,355
20	327,742
21	344,129
22	360,516
23	376,903
24	393,290
25	409,678
26	426,065
27	442,452
28	458,839
29	475,226
30	491,613
31	508,000
32	524,387
33	540,774
34	557,161
35	573,549
36	589,936
37	606,323
38	622,710
39	639,097
40	655,484
41	671,871
42	688,258
43	704,645
44	721,032
45	737,420
46	753,807
47	770,194
48	786,581
49	802,968
50	819,355

TABELLA 17

cm³	POLLICI³
1/64	0,001
1/32	0,002
1/16	0,004
1/8	0,008
1/4	0,015
1/2	0,031
1	0,061
2	0,122
3	0,183
4	0,244
5	0,305
6	0,366
7	0,427
8	0,488
9	0,549
10	0,610
11	0,671
12	0,732
13	0,793
14	0,854
15	0,915
16	0,976
17	1,037
18	1,098
19	1.159
20	1,220
21	1,282
22	1.343
23	1,404
24	1.465
25	1,256
26	1,587
27	1,648
28	1,709
29	1,770
30	1,831
31	1,892
32	1,953
33	.2,014
34	2,075
35	2,136
36	2,197
37	2,258
38	2,319
39	2,380
40	2,441
41	2.502
42	2,563
43	2,624
44	2,685
45	2,746
46	2,807
47	2,868
48	2,929
49	2,990
50	3,051

CONVERSIONE di PINTE in LITRI
CONVERSIONE FRAZIONI di LITRO in PINTE

TABELLA 18

PINTE	LITRI
1/64	0,009
1/32	0,018
1/16	0,036
1/8	0,071
1/4	0,142
1/2	0,284
1	0,568
2	1,136
3	1,705
4	2,273
5	2.841
6	3,409
7	3,978
8	4,546
9	5,114
10	5,682
11	6,251
12	6,819
13	7,387
14	7,955
15	8,524
16	9,092
17	9,660
18	10,228
19	10,797
20	11,365
21	11,933
22	12,501
23	13,070
24	13,638
25	14,206
26	14,774
27	15,343
28	15,911
29	16,479
30	17,047
31	17,616
32	18,184
33	18,752
34	19,320
35	19,889
36	20,457
37	21,025
38	21,593
39	22,162
40	22,730
41	23,298
42	23,866
43	24,435
44	25,003
45	25,571
46	26,139
47	26,708
48	27,276
49	27,844
50	28,412

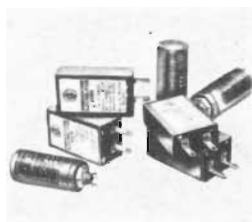
TABELLA 19

LITRI	PINTE
1/64	0,027
1/32	0,055
1/16	0,110
1/8	0,220
1/4	0,440
1/2	0,880
0,01	0,018
0,02	0,035
0,03	0,053
0,04	0,070
0,05	0,088
0,06	0,106
0,07	0,123
0,08	0,141
0,09	0,158
0,10	0,176
0,11	0,194
0,12	0,211
0,13	0,229
0,14	0,246
0,15	0,264
0,16	0,282
0,17	0,299
0,18	0,317
0,19	0,334
0,20	0,352
0,21	0,370
0,22	0,387
0,23	0,405
0,24	0,422
0,25	0,440
0,26	0,458
0,27	0,475
0,28	0,493
0,29	0,510
0,30	0,528
0,31	0,546
0,32	0,563
0,33	0,581
0,34	0,598
0,35	0,616
0,36	0,634
0,37	0,651
0,38	0,669
0,39	0,686
0,40	0,704
0,41	0,722
0,42	0,739
0,43	0,757
0,44	0,774
0,45	0,792
0,46	0,810
0,47	0,827
0,48	0,845
0,49	0,862
0,50	0,880

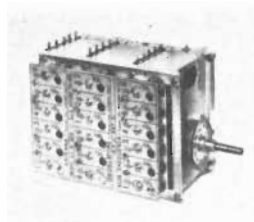
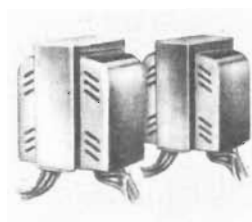
SOCIETA' PER AZIONI «GELOSO» PER LA COSTRUZIONE DI
MATERIALE ED APPARECCHI ELETTRONICI

GELOSO

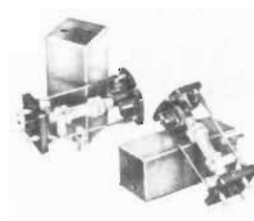
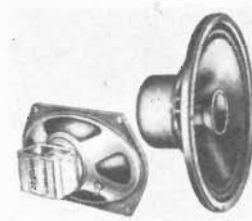
CONDENSATORI VARIABILI

Perfetta esecuzione, caratterizzata da elevata precisione di taratura, ottima stabilità meccanica-elettrica, minime perdite ed effetto microfonico trascurabile. Vasta scelta tra diversi tipi, singoli, doppi, tripli, a sezioni speciali.

CONDENSATORI ELETTROLITICI

Quest'organo è soggetto a forti sollecitazioni di natura elettrochimica; è perciò necessario che presenti anzitutto una elevata stabilità chimica che può essergli conferita solamente con speciali procedimenti costruttivi, frutto di lunga esperienza. La GELOSO costruisce tali condensatori da trent'anni. I tipi fabbricati sono 55, rispondenti, nelle dimensioni e nei valori, alle più diverse esigenze della tecnica.

GRUPPI ALTA FREQUENZA

Consentono la più alta efficienza ed offrono sicurezza e stabilità massime di funzionamento. Nei numerosi modelli prodotti si hanno Gruppi e sintonizzatori a più gamme, per M.d.F., M.d.A., OC, con convertitrice, con preamplificazione, ecc.

TRASFORMATORI D'ALIMENTAZIONE

Uno studio accurato del circuito magnetico e del rapporto tra ferro e rame, metodi moderni di lavorazione, rigorosi e molteplici collaudi assicurano al prodotto esattezza e costanza delle tensioni, isolamento perfetto, minimo flusso disperso, basso riscaldamento e capacità di tolleranza al sovraccarico. Comodi e razionali nell'impiego e nel fissaggio: standardizzati in 6 serie per i più vari impieghi.

TRASFORMATORI MEDIA F.

Caratterizzati da elevata costanza di taratura e rendimento assicurano l'eliminazione di una delle principali cause d'instabilità dei radioricevitori. Valori di 467 kHz, 10,7 MHz, 5,5 MHz per FI « intercarrier » e 4,6 MHz per doppio cambiamento di frequenza.

ALTOPARLANTI

È superfluo mettere in evidenza l'importanza dell'altoparlante nella catena di parti di un complesso elettroacustico; esso condiziona la qualità dell'apparecchio al quale è collegato. Gli altoparlanti GELOSO, costruiti in molti tipi, dal più piccolo per apparecchi a transistori, ai modelli maggiori per alta fedeltà, soddisfano le più disparate necessità. Essi sono la risultante di una trentennale esperienza.

Direzione Centrale
V.le Brenta, 29 - MILANO

La Società per Azioni Geloso, costituisce il più grande complesso industriale italiano esclusivamente destinato alla produzione delle apparecchiature e dei materiali radioelettrici. Fondata nel 1931, fino dai primi anni di attività ebbe a godere della fiducia e del consenso di una clientela sempre più vasta, cosicchè il suo sviluppo, basato su sani criteri organizzativi, è stato sempre crescente.

Il complesso industriale Geloso consta di una sede Centrale in Milano (Via Brenta, 29) e di altri stabilimenti in Milano stessa ed in altre località. La produzione viene realizzata secondo i metodi più moderni e razionali, con perfetta coordinazione tra le varie fasi produttive sì da immettere sul mercato prodotti di alta qualità a basso prezzo.

In ognuno dei diversi stabilimenti si attuano lavorazioni di particolare carattere così che le maestranze risultano altamente specializzate nel loro specifico compito.
Il successo ottenuto sui più difficili mercati del mondo è la palese conferma della bontà degli indirizzi tuttora seguiti dalla Società, come agli inizi: produzione di qualità superiore, basso costo, continua ricerca di laboratorio, estesa e pronta organizzazione commerciale e completa documentazione a corredo del prodotto.

Saranno argomento di questo Corso, tra l'altro: **i transistori** questi nuovi, rivoluzionari organi delle più recenti realizzazioni dell'elettronica. L'impiego dei transistori si estende rapidamente: sono già numerosi i ricevitori e gli amplificatori in commercio che ne sono dotati e il loro numero è indubbiamente destinato ad accrescersi perchè i transistori sostituiranno con ampia percentuale, le valvole termoioniche. E' perciò necessario che il radiotecnico li conosca, sappia applicarli, si renda conto di quanto e di come differiscano dalle valvole, sia aggiornato nei tipi e nelle caratteristiche. Saranno descritti numerosi montaggi di ricevitori, trasmettitori e dispositivi elettronici da realizzare con l'impiego di transistori.

La modulazione di frequenza o F.M., come viene correntemente definita, è il sistema di trasmissione radiofonica che in questi ultimi anni è venuto ad affiancarsi a quello classico della modulazione di ampiezza. Che cosa sia la F.M., quali caratteristiche presenti, come funzionino e si realizzino i ricevitori per F.M. sarà ampiamente detto durante lo svolgimento del Corso. Oramai anche i ricevitori più economici sono caratterizzati dalla possibilità di ricezione della modulazione di frequenza: il radioamatore, e più ancora il radioriparatore, devono perciò rendersi pienamente consci della tecnica relativa, degli schemi, e dei particolari circuiti.

Un'altra tecnica in piena evoluzione è quella dell'**Alta Fedeltà.** Le esigenze per ciò che riguarda la fedeltà di riproduzione sonora sono notevolmente aumentate. Il materiale relativo alla sezione di Bassa Frequenza di molti ricevitori nonchè quello di appositi amplificatori, rivelatori e riproduttori si è andato e si va vieppiù affinando e perfezionando; ne risultano nuove tecniche, nuove disposizioni circuitali, nuovi accorgimenti che è duopo conoscere. Citiamo in proposito **la registrazione magnetica** che ha visto un rapido espandersi dei magnetofoni, cui fa riscontro, nella battaglia tra il nastro e il disco, il microsolco. Ora, entrambi hanno affinata la loro tecnica con la **riproduzione stereofonica.**

In questi ultimi tempi hanno fatto la loro comparsa ricevitori e amplificatori montati secondo il sistema dei **circuiti stampati.** Si tratta di pannelli caratterizzati dal fatto che i collegamenti necessari all'unione dei vari componenti sono già esistenti sul pannello stesso, sotto forma di un conduttore che viene ricavato seguendo alcune fasi della tecnica di stampa. E' evidente che un tale sistema — adottato anche parzialmente, e cioè in sole sezioni di un complesso — reca riduzioni di costo notevoli se l'apparecchio viene prodotto in grande serie. E' intuitivo anche che il tecnico debba d'ora in poi sapere quali sono i punti delicati e come ci si debba comportare nei confronti di questo nuovo metodo realizzativo. Il nostro Corso, al momento opportuno, affronta l'argomento e lo illustra nei suoi più minuti dettagli.

Una tra le più allettanti attività in campo radio è quella della **trasmissione dilettantistica.** Chiunque può ottenere la licenza di trasmissione previo un facile esame su argomenti e materia che il nostro Corso ampiamente espone ma esso, in proposito, non si limita alla preparazione per il superamento dell'esame: riporta descrizioni di trasmettitori e ricevitori appositi da realizzarsi, riporta le norme che regolano l'attività, le caratteristiche dei materiali idonei, indirizzi, prefissi, abbreviazioni, ecc. Va ricordato che questa della trasmissione, cioè delle comunicazioni a distanza tra amatori di tutto il mondo, è la forma più suggestiva e appassionante di attività radiotecnica; è proprio tale attività che assai spesso porta alla formazione dei più abili tecnici, come ampiamente l'esperienza dimostra. E' pertanto un passatempo del più alto valore istruttivo che molto spesso contribuisce anche al nascere di amicizie e relazioni con radioamatori di tutti i continenti.

Una forma particolare di detta attività può considerarsi poi il **radiocomando.** Anche in questa branchia sono numerosi gli appassionati. L'argomento non sarà quindi dimenticato nè per chi ha pratica di questa tecnica nè per chi ad essa vuole dedicarsi.

Ovviamente, un'importanza notevole riveste il settore degli strumenti e delle **apparecchiature di misura.** Senza di esse ogni attività e ogni nozione si può dire risulti vana e monca, nel nostro campo: il progettista quanto l'amatore, il riparatore quanto l'installatore e lo stesso commerciante evoluto, hanno necessità di eseguire controlli di efficienza, misure di rendimento, accertamenti, rilievo e ricerca di guasti, tarature, messe a punto ecc. e tutto, è noto, si svolge con l'ausilio degli apparecchi di misura. Naturalmente, per ogni categoria vi sono gli strumenti più indicati e noi di essi forniremo i dati costruttivi, la tecnica di impiego nonchè le norme d'uso sia per i singoli tipi, sia per i diversi impieghi. Tratteremo così della **taratura** e della **ricerca dei guasti.**

E' noto che i laboratori di ricerca applicata più progrediti e più famosi nel mondo sono quelli delle grandiose industrie statunitensi. Dall'U.S.A. ci provengono le notizie delle scoperte più sensazionali in campo radio e tutti quei nuovi dati, quelle norme e quegli schemi che alla scoperta fanno seguito allorchè questa passa alla fase di pratica attuazione e sfruttamento. Orbene, mentre può essere della più grande utilità per un tecnico conoscere la lingua inglese e seguire direttamente sulle riviste americane il progresso, non è detto che chi tale lingua non conosce, non possa sufficientemente interpretare schemi e brevi norme, solo che abbia la possibilità di ricorrere ad un **vocabolario tecnico dall'inglese all'italiano.** Pubblicheremo perciò, su ogni fascicolo, due pagine di vocaboli e termini tecnici con la relativa traduzione e siamo certi che ciò potrà più di una volta tornare utile anche a chi già conosce la lingua inglese.

E veniamo, in ultimo, ad un argomento che certamente il lettore si sarà meravigliato di non aver visto accennato prima: **la televisione.** A questo proposito il nostro programma è quanto mai impegnativo: esso è tale che non ci è consentita per il momento alcuna indiscrezione, soprattutto perchè sulla televisione serbiamo al lettore che ci vorrà seguire per qualche mese una importante e, siamo certi, graditissima sorpresa.

IMPORTANTE! : se vi interessano i prossimi fascicoli datene subito avviso al vostro giornalaio!

Per un anno, a domicilio, un completo Corso che vi costa un decimo di tutti gli altri Corsi

Vi formerete un volume di ben 1248 pagine: un prezioso manuale-enciclopedia di elettronica.